<36612829860012

# Technologische Encyklopädie

oder

## alphabetisches Handbuch

der

## Technologie, der technischen Chemie und des Maschinenwesens.

Zum Gebrauche

für

Kameralisten, Ökonomen, Künstler, Fabrikanten und Gewerbtreibende jeder Art.

Herausgegeben

von

**Joh. Jos. R. v. Prechtl,**

Ritter des österr. kais. Leopoldordens, k. k. Regierungsrathe, em. Direktor des k. k. polytechnischen Instituts in Wien, Ehrenbürger der k. k. Haupt- und Residenzstadt Wien, wirkl. Mitgliede der kaiserl. Akademie der Wiss nschaften, Mitgliede der k. k. Landwirthschafts-Gesellschaften in Wien, Grätz, Laibach und Brünn, des Vereins zur Ermunterung des Gewerbgeistes in Böhmen, der Gesellschaften für Naturwissenschaft und Heilkunde zu Heidelberg und in Dresden; des polytechnischen Vereins für Baiern; korrespond. Mitgliede der k. k. Institute der Wissenschaften und Künste in Mailand und Venedig, der königl. baier. Akademie der Wissenschaften, des Nat. Instituts zur Beförderung der Wissenschaften in Washington, der Gesellschaft zur Beförderung der nützlichen Künste und ihrer Hülfswissenschaften zu Frankfurt a. M., Ehrenmitgliede des Industrie- und Gewerb-Vereins in Inneröstterreich, der Akademie des Ackerbaues und der Künste in Verona, des Vereins für Beförderunh des Gewerbfleißes in Preußen, der ökonom. Gesellschaft im Königreiche Sachsen, der märkischen ökonom. Gesellschaft zu Potsdam, der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, des Gewerb-Vereines im Königreiche Hannover rc. rc.

---

## Neunzehnter Band.

### Tuchfabrikation — Verzinnen.

Mit den Kupfertafeln 460 bis 485.

---

**Stuttgart, 1853.**

Im Verlage der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.

Wien, bei Carl Gerold.

Gedruckt bei Carl Gerold und Sohn
in Wien.

# Inhalt.

# Tuchfabrikation.

Die Verarbeitung der Wolle durch Spinnen und Weben begründet zwei große Industriezweige, welche durch Auswahl und Behandlung des Materials wesentlich von einander verschieden und demgemäß in der Ausübung, der Regel nach, getrennt sind, nämlich

a) die Streichwollfabrikation, d. h. die Verfertigung der gewalkten oder rauhen Wollenstoffe, wozu die Wolle durch Kratzen oder Streichen vorbereitet wird; und

b) die Kammwollfabrikation, d. h. die Erzeugung der nicht gewalkten, glatten Wollenzeuge aus Wolle, deren Vorbereitung durch Kämmen geschieht.

Eine jede dieser Fabrikationen verarbeitet nur Wolle von einer bestimmten Beschaffenheit, befolgt in den Vorbereitungsoperationen einen eigenthümlichen Gang, spinnt die Garne auf eigenthümlichen Maschinen, webt aus den Gespinnsten Waaren besonderer Art und richtet diese auf ihre besondere Weise zu; so daß sehr wenig wirklich Gemeinsames sich findet und die Beschreibung recht wohl getrennt durchzuführen ist. Die Fabrikation der kammwollenen Waaren macht nach dem Plane der Encyklopädie den Gegenstand des Artikels Wollenzeugmanufaktur aus. Die Streichwollfabrikation tritt mit ihrer vollendetsten Entwickelung und am vielseitigsten ausgebildet in der Verfertigung des Tuches auf, wird daher unter der gegenwärtigen Ueberschrift behandelt.

## 1. Die Wolle und deren erste Vorbereitung außerhalb der Fabriken.

### a) Beschaffenheit der Wolle im Allgemeinen.

Man versteht unter Wolle bekanntlich das mehr oder weniger lange, mehr oder weniger gekräuselte Haar des Schafes (Ovis aries), welches letztere als ein Hausthier, gleich andern gezähmten Thiergattungen, eine außerordentliche Menge Verschiedenheiten in seiner Körperbildung, so auch besonders rücksichtlich seiner Haardecke, darbietet. Faßt man den Charakter der zahlreichen Schaf-Raßen in Bezug auf die Beschaffenheit der Wolle ganz allgemein auf, so kann man sie naturgemäß unter zwei Abtheilungen bringen: 1) Schafe mit kürzerer und entschieden gekräuselter Wolle (Höhe- oder Land-Schaf); 2) solche mit längerer, nicht eigentlich krauser, sondern nur wellenartig gelockter, beinahe wie eigentliches Haar schlichter, Wolle (Niederungs-Schaf). Die Wolle des Höheschafes erreicht selten eine Länge von 6 Zoll, bleibt meist zwischen $1\frac{1}{2}$ und 4 Zoll, und kommt in allen Abstufungen der Feinheit vor; das Niederungsschaf trägt Wolle von 6 bis 15 Zoll und zuweilen noch mehr in der Länge, welche aber meist grob, wenigstens nie von großer Feinheit ist. Zur Gattung des Höheschafes gehört das deutsche Landschaf (Ovis rustica) mit meist grober, wenig gekräuselter Wolle; das spanische Schaf (Merinoschaf, Ovis hispanica), dessen Wolle fein, weich, sehr gekräuselt ist, und von dem man die mehr feinwollige Elektoral-Raße und die wollreichere Infantado- oder Negretti-Raße unterscheidet; endlich die veredelten Schafe, welche durch Kreuzung der spanischen und deutschen Raße hervorgehen. Widder rein spanischer Zucht mit deutschen Landschafen gepaart, erzeugen sogenannte Mestizen (halbveredelte Schafe); diese wieder mit spanischen Widdern geben eine höhere Stufe der Veredlung, und fährt man auf diese Weise fort, die Paarung immer nur mit hochedlen (spanischen) Widdern stattfinden zu lassen, so ist in der fünften bis achten Generation schon aller Unterschied zwischen der veredelten Wolle und der Wolle von Original-Merinos verschwunden. Zur Gattung des Niederungsschafes zählt das englische langwollige Schaf

in Leicestershire, Lincolnshire, Kent ꝛc., das norddeutsche Marschschaf in den unteren Elbe- und Wesergegenden, das sehr kleine Haidschaf in der Lüneburger Haide und an den Nordseeküsten, das Zackelschaf (Ovis strepsiceros) in Ungarn, Siebenbürgen, der Walachei, Bessarabien und Griechenland.

Ueberhaupt betrachtet ist das Wollhaar ein massiver (nicht röhrenartiger) Faden von unregelmäßig rundlichem Querschnitt, auf seiner ganzen Oberfläche mit quer oder auch schief laufenden, oft gezähnelten, Rippen oder Wülsten besetzt, welche unter einem stark vergrößernden Mikroskope erkannt werden. Hiervon erhält man ein handgreifliches Bild, wenn man sich etwa eine Anzahl Becher so in einander gesetzt denkt, daß sie eine Säule bilden, auf welcher deren Ränder wie Absätze oder Stufen sichtbar sind. Diese Beschaffenheit ist Ursache von der eigenthümlichen Rauhigkeit, welche die Wolle beim Anfühlen offenbart; sie bewirkt auch im Besondern, daß ein einzelnes Haar, wenn man es von der Wurzel nach der Spitze zwischen den Fingern durchzieht, sich schlichter anfühlt und mit geringerem Widerstande sich bewegt, als wenn das Durchziehen in entgegengesetzter Richtung geschieht; endlich beruht wesentlich hierauf die Eigenschaft der Wolle (überhaupt der Thierhaare) sich unter sonst günstigen Umständen zu verfilzen, wobei die gekräuselte Beschaffenheit begünstigend wirkt.

Die natürliche (an der rohen Wolle durch Schweiß und Schmutz sehr verdeckte) Farbe des Wollhaares ist in der Regel weiß, von größerer oder geringerer Reinheit. Unter der Wolle von unveredelten Landschafen und von Haidschafen findet sich allerdings auch röthliche, braune, graue und schwarze, welche entweder naturfarbig verarbeitet oder in dunklen Farben gefärbt wird. Doch sind diese Sorten nach ihrer Quantität von keiner Bedeutung.

An Feinheit (Dicke des Haars) ist die Wolle von verschiedenen Schaf-Raßen, von verschiedenen Thieren aus derselben Heerde, ja von verschiedenen Körpertheilen des nämlichen Thieres und sogar in demselben Flock oder Büschelchen sehr ungleich. Im Allgemeinen wird das Haar desto dicker gefunden, je länger es ist. Als äußerste Grenzen für den Durchmesser eines Wollhaars kann

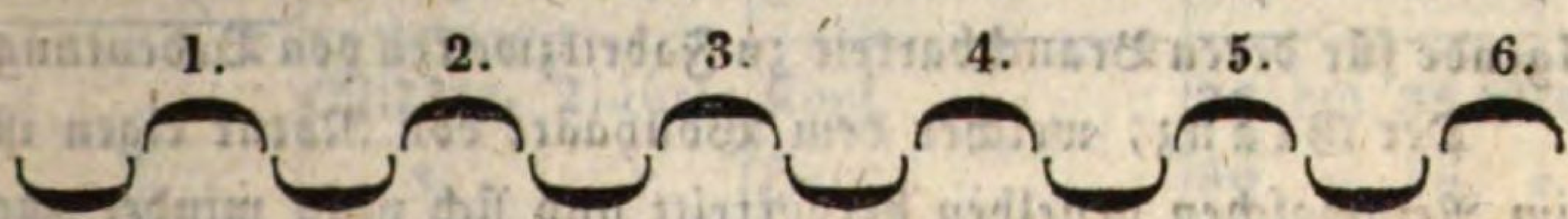
man 0.0004 und 0.0030 ($^1/_{2500}$ und $^1/_{333}$) Wiener Zoll annehmen. Nach Corda's mikroskopischen Messungen kann beispielweise Folgendes mitgetheilt werden:

| | Wiener Zoll |
|---|---|
| a) Wolle von ganz edlen Schafen . | 0.000514 bis 0.001172, |
| „ „ halbveredelten . | 0.000637 „ 0.001378, |
| Schottische Tuchwolle . . . | 0.000956 „ 0.001830, |
| Ungarische Zackelwolle . . . | 0.000776 „ 0.002591, |
| Englische Romney-Marsh-Wolle | 0.001162 „ 0.001778, |
| b) Leicester-Wolle vom Bocke . . | 0.001233 „ 0.001511, |
| „ „ „ Mutterschafe | 0.001069 „ 0.001691, |
| „ „ „ Lamme . . | 0.000884 „ 0.001491, |
| c) Wolle eines Leicester Bockes | |
| vom Blatte . . . . | 0 001218 „ 0.001515, |
| von der Flanke . . . | 0.001177 „ 0.001665, |
| vom Halse . . . . . | 0.000925 „ 0.001316, |
| von der Keule . . . . | 0.000750 „ 0.001295, |
| „ „ Stirn . . . . | 0.000791 „ 0.001187, |
| vom Scheitel . . . . | 0.000740 „ 0.001192, |
| „ Nacken . . . . | 0.000987 „ 0.001326, |
| „ Rücken . . . . | 0.000946 „ 0.001388, |
| „ Bauche . . . . | 0.000946 „ 0.001470, |
| von den Füßen . . . | 0.000956 „ 0.001367, |
| „ der Schwanzwurzel . | 0.001192 „ 0.001778. |

Es muß hiernach einleuchtend sein, daß die Feinheit der Wolle, welche auf deren Werthbestimmung von so großem Einflusse ist, keineswegs durch Messung einiger zur Probe genommener Haare genügend ermittelt werden kann, und selbst Durchschnittsresultate aus ziemlich vielen Messungen nicht entscheidend sind, weshalb denn auch die in mannichfacher Weise konstruirten Wollmesser fast nichts weiter als eine Art Spielzeug in den Händen einzelner Schafzüchter und Wollhändler sind, von welchem die Praxis wenig oder keine Notiz nimmt. Am meisten Ruf hat sich noch der Dollond'sche Wollmesser erworben, durch den die Dicke in Graden, jeder Grad = 0.0001 ($^1/_{10000}$) des englischen Zolls oder $^1/_{10371}$ Wiener Zoll, angegeben wird; so daß die feinsten Wollhaare etwa 4 Grad, die gröbsten 30 Grad Dolland messen. Die

übliche Methode, die Feinheit der Wolle zu schätzen und zu vergleichen, besteht darin, daß man sie — namentlich auch im auseinandergezogenen Zustande — genau besieht, auch wohl einzelne Haare ausgestreckt auf feines schwarzes Tuch oder schwarzen Sammet legt und so betrachtet. Wird die Hand mit dem Tuche langsam von den Augen entfernt, so gibt sich einem geübten Blicke das feinere der neben einander liegenden Haare dadurch zu erkennen, daß es früher als die andern unsichtbar wird.

Der Kräuselung des Wollhaars ist schon oben im Vorbeigehen gedacht; diese Eigenschaft fordert aber eine nähere Betrachtung, da sie sowohl an sich für die Anwendung der Wolle zu bestimmten Zwecken wichtig ist, als auch mit der Feinheit der Wolle in einem bestimmten Zusammenhange steht, da ein dickes Haar sich nicht in so kleinen Bögen krümmen kann, wie ein dünnes. Die wellenartigen Krümmungen, welche am stärksten bei der Merinowolle (von spanischen und veredelten Schafen), weniger bei unveredelter Landwolle hervortreten, den langen Wollen des Niederungsschafes hingegen ganz fehlen, nennt man Bögen. Den Grad der Kräuselung drückt man durch die Anzahl Bögen aus, welche auf 1 Zoll Länge der natürlich, unangespannt, liegenden Wolle enthalten sind; dabei werden aber nur die an Einer Seite vorspringenden Bögen gezählt, wie aus nachstehender Figur und ihrer Zifferbezeichnung sich ergibt:




Man findet auf 1 Wiener Zoll von 10 bis zu 32 und manchmal 36 Bögen. Eine Wolle, welche viele und demnach schmale Bögen enthält, heißt klein gekräuselt; das Gegentheil hiervon ist grob gekräuselt (wenige, also breite Bögen). Man unterscheidet aber noch ferner stark gekräuselt (wenn die Bögen hoch sind) und schwach gekräuselt (mit flachen Bögen). Zur Verarbeitung auf die feinsten Tuche wählt man am liebsten eine Wolle mit kleiner und schwacher Kräuselung. Nach der Spitze des Haars zu pflegen die Bögen größer zu seyn; übrigens sollen sie in der ganzen Länge von gleicher Gestalt und Größe seyn, und man schätzt die Wolle geringer, wenn hierin Unregelmäßigkeiten

vorkommen. Von der Art der Kräuselung hängt das Verhältniß zwischen der Länge der Wolle im natürlichen Zustande und jener bei völliger Geradestreckung (jedoch ohne gewaltsame Ausdehnung) ab; gewöhnlich ist dieses Verhältniß wie 1 zu 1 ½ bis 1 ¾; manchmal sinkt es auf 1 ¼ oder erhebt es sich zu 2 ¼. Im Allgemeinen ist bei feiner Wolle die Kräuselung feiner, bei grober Wolle gröber; man benutzt daher wohl die Zählung der Bögen als ein indirektes Mittel zur Schätzung der Feinheit, welches unleugbar seinen praktischen Werth hat, jedoch für sich allein nicht ganz sicher zu leiten im Stande seyn wird. Die Beziehung zwischen Kräuselung und Dicke des Haars wird näher angegeben, wie folgt:

| Anzahl der Bögen auf 1 Wiener Zoll. | Durchschnittliche Dicke der Wollhaare in Graden Dollond | in W. Zoll. |
|---|---|---|
| 12 bis 15 . . . | 11 bis 12 | = 0.00106 bis 0.00116 |
| 16 „ 18 . . . | 10 „ 11 | = 0.00096 „ 0.00106 |
| 18 „ 20 . . . | 10 | = 0.00096 |
| 20 „ 22 . . . | 9 | = 0 00087 |
| 22 „ 24 . . . | 8 | = 0.00077 |
| 24 „ 26 . . . | 7 | = 0.00067 |
| 26 „ 28 . . . | 6 | = 0.00058 |
| 28 „ 32 . . . | 4 „ 5 | = 0.00038 „ 0.00048. |

Außer den bisher betrachteten Eigenschaften der Wolle sind noch folgende für deren Brauchbarkeit zu Fabrikzwecken von Bedeutung:

Der Glanz, welcher dem Wollhaare von Natur eigen ist, beim Reinwaschen desselben hervortritt und sich nicht minder nach der Verarbeitung und dem Färben offenbart. Er findet sich bald mehr, bald weniger ausgezeichnet und erhöht den Werth der Wolle in den Augen des Fabrikanten nicht unbedeutend, wenn er mit andern Erfordernissen zusammentrifft.

Das Anfühlen. Eine gewisse Milde, Weichheit oder Zartheit (Seidenartigkeit), welche von großer Glätte und Biegsamkeit des Haares herrührt, und den aus der Wolle verfertigten Fabrikaten einen eigenthümlichen angenehmen Griff verleiht, ist gerade dieses letzteren Umstandes wegen, und zwar um so mehr beachtenswerth, als sie gewöhnlich in Begleitung eines eben so erwünschten starken Glanzes auftritt. Wolle, welche hart und

rauh (barsch, stroff) ist, verliert dadurch an Werth, selbst wenn sie eine große Feinheit mit allen sonstigen guten Eigenschaften in sich vereinigen sollte.

Die Dehnbarkeit, d. h. die Fähigkeit der Wollhaare, sich — nachdem sie schon ganz gerade ausgestreckt sind — um einen gewissen Theil ihrer Länge ausdehnen zu lassen, bevor sie unter der anspannenden Kraft zerreißen. In je höherem Grade diese Eigenschaft vorhanden ist, desto mehr wird die Wolle geschätzt. Um sie in dieser Hinsicht zu erproben, nimmt man einen Flock zwischen die Hände, spannt ihn allmälig schärfer an, und urtheilt über den Erfolg nach dem Augenmaße. Ein Instrument zur genaueren Prüfung einzelner Haare ist von Voigtländer in Wien erfunden und von mir im Artikel Dynamometer (Bd. IV. S. 512—514) beschrieben worden. Eine Reihe damit angestellter Versuche hat Folgendes gelehrt:

| Gattung der Wolle | Geschlecht und Alter des Thieres | Körpertheil, von welchem die Wolle genommen | Dehnbarkeit in Prozenten der natürlichen Länge |
|---|---|---|---|
| Original spanische Merinowolle. | Widder, 7jährig | . . . . | 32 bis 38 Proz. |
| | » 3 » | . . . . | 34 » 40 » |
| | Mutterschaf 5 » | . . . . | 34 » 38 » |
| | » 1 » | . . . . | 32 » 40 » |
| Veredelte Wolle | Widder, 2jährig | Kopf . . . | 36 bis 38 Proz. |
| | » » | Herz . . . | 30 » 36 » |
| | » » | Schweif . . | 34 » 42 » |
| | Mutterschaf 1 » | Kopf . . . | 34 » 38 » |
| | » » | Herz . . . | 28 » 36 » |
| | » » | Schweif . . | 34 » 36 » |
| Unveredelte Landwolle | Mutterschaaf | . . . . | 40 bis 50 Proz. |

Wolle, die sich wenig dehnen läßt, also bei geringer Ausdehnung abreißt, wird spröde genannt und ist von geringer Tauglichkeit.

Die Festigkeit (Haltbarkeit, Stärke, Kraft, der Nerv), nämlich die Eigenschaft einer zerreißenden Kraft bis auf einen gewissen Grad zu widerstehen. Alles Uebrige gleich angenommen,

liefert die Wolle deste bessere Waare, je größer ihre Festigkeit ist. Da aber bei gleicher Beschaffenheit der Wollsubstanz ein dickes Haar größere Kraft zum Zerreißen erfordert, so ist einleuchtend, daß genaue Erforschung der Festigkeit eine sehr genaue Messung der Dicke voraussetzt. Indem nun letztere, wie oben bemerkt, ihren Schwierigkeiten unterliegt, muß man sich der Regel nach auch rücksichtlich der Festigkeit mit Schätzungen begnügen. Man hält daher ein dünnes Büschelchen der zu prüfenden Wolle zwischen beiden Händen fest, spannt es straff an, und sucht es entweder durch den direkten Zug abzureißen, oder schnellt es, (ähnlich wie eine Saite auf der Guitarre) mit dem Finger stärker und stärker, bis der Riß erfolgt. Gibt die Wolle bei diesem Versuche zu leicht nach, so ist sie mürbe, kraftlos. — Ein einfaches Wollhaar erfordert zum Zerreißen, je nach Feinheit und Güte, ein Gewicht von 41 bis 631 Wiener Gran ($^1/_6$ bis $2\,^5/_8$ Loth).

Die Elastizität. Gänzlicher Mangel an dieser Eigenschaft macht die Wolle schlecht und untüchtig; doch ist auch ein zu hoher Grad von Elastizität nicht erwünscht. Wird ein Flock Wolle mit Anwendung mäßiger Gewalt in der Faust zusammengedrückt oder durch Ziehen zwischen den Händen ausgedehnt, so soll er beim Aufhören des Druckes oder der Spannung langsam und gleichmäßig (nicht plötzlich wie im Sprunge) seine vorige Gestalt wieder annehmen. Man kann auch einzelne Haare herausnehmen, jedes für sich abreißen und auf den Grad der Elastizität danach schließen, ob die getrennten Enden sich schneller oder langsamer, mehr oder weniger, zusammenziehen und aufrollen oder kräuseln (schnirren). Im Allgemeinen steht die Elastizität in geradem Verhältnisse mit der Dehnbarkeit.

Die Wolle hat mit anderen fein zertheilten oder porösen Körpermassen die Eigenschaft gemein, beim Verweilen in feuchter Luft eine beträchtliche Menge Wasserdunst zu verschlucken und dadurch entsprechend an Gewicht zuzunehmen, ohne dennoch im Anfühlen feucht sich zu erweisen. Dieser Umstand ist wegen Beurtheilung der wahren Menge Wolle in einem bestimmten Gewichte wissenswürdig. Die freiwillige Wasseransaugung erreicht ihren höchsten Punkt erst nach ziemlich langer Zeit (z. B.

6 bis 8 und mehr Wochen); und eben so langsam geht dann in trockener Luft das Wiederausdünsten des Wassers, folglich die Gewichtsverminderung, von Statten. Unter gewöhnlichen Umständen enthält rein gewaschene lufttrockene Wolle 7 bis 15 Prozent Feuchtigkeit; letztere kann aber nach längerem Verweilen in sehr feuchter Atmosphäre bis auf 32 Prozent steigen. Feine Wolle muß, der Natur nach, mehr zur Aufnahme der Luftfeuchtigkeit geneigt sein als grobe, da jene im gleichen Gewichte mehr Gesammtoberfläche und mehr Zwischenräume enthält.

Wird Wolle verbrannt oder auch nur, ohne zu brennen, durch Hitze verkohlt, so entwickelt sie den bekannten stinkenden Geruch nach thierischem Brandöl, welcher für die stickstoffhaltigen animalischen Substanzen unter diesen Umständen charakteristisch ist. Hierauf beruht das einfachste und stets sichere Mittel zu erkennen, ob in wollenen Geweben baumwollene Fäden eingemengt sind. Man zieht nämlich einige der verdächtigen Fäden aus und zündet sie an einer Lichtflamme an: wollenes Garn gibt dabei den erwähnten Geruch zu erkennen, verlischt sogleich beim Herausziehen aus der Flamme, und zeigt schließlich ein schwarzes Knötchen an dem angebrannten Ende; wogegen Baumwolle (eben so Leinen) ohne auffallenden Geruch rasch fortbrennt und eine leichte Asche bildet, welche entweder abfällt, in der Luft verweht, oder die unveränderte Gestalt des Fadens zeigt.

Die durch Auswaschen mit Seife und Wasser völlig von fremden Substanzen gereinigte Wolle hat ein spezifisches Gewicht = 1.26, und besteht nach Ure in 100 Theilen aus 53.7 Kohlenstoff, 2.8 Wasserstoff, 12.3 Stickstoff, 31.2 Sauerstoff; nach Scherer hingegen enthält die durch längeres Sieden mit Alkohol und mehrmalige Behandlung mit Aether gänzlich von Fett befreite Wolle 50.653 Kohlenstoff, 7.029 Wasserstoff, 17.710 Stickstoff, 24.608 Sauerstoff, ausschließlich einer kleinen Menge Schwefel.

In Ansehung der Beschaffenheit, welche die Wollbedeckung des Schafes (das Vließ) als Ganzes oder in größeren Theilen darbietet, ist Folgendes zu bemerken. Die stark gekräuselten feinen Wollsorten sind von Natur in Büschel (Bündelchen) von oft 100 und mehr Haaren so zusammengruppirt, daß die Haare

eines Büschels sich an einander schließen, mit ihren Bögen mehr oder weniger in einander eingreifen. Sind die Bündelchen deutlich von einander gesondert, so pflegt man sie Stränge zu nennen, und die Wolle heißt dann gesträngt. Zuweilen (am meisten bei sehr feiner Wolle) findet man die Stränge vermittelst eines zähen klebrigen Schweißfettes ziemlich fest zusammengeklebt und sie erhalten dadurch ein fadenartiges Ansehen (Zwirn, zwirnige Wolle); man sieht dieß sehr ungern, weil die Reinigung und Auflockerung der Masse dadurch dem Fabrikanten erschwert wird. Am gewöhnlichsten erscheint eine Anzahl Bündelchen durch lockern Zusammenhang in ein größeres Büschel vereinigt, welches alsdann ein Stapel heißt. Das Wort Stapel dient aber in einem andern Sinne zur Bezeichnung des Wollwuchses überhaupt, wonach man von hohem oder niedrigem, dichtem, klarem, verworrenem Stapel der Wolle spricht. Fehler in der Stapelung sind das schon erwähnte Zwirnen, die Anwesenheit kleiner leicht abreißender Knoten an den Spitzen der Stapel, ein zu fester Zusammenhang der Haare im Ganzen (filzige Wolle) oder auch nur in der Nähe der Haut (bodige Wolle). Das Vließ soll ausgeglichen sein, d. h. sowohl überhaupt als ganz besonders in einem und demselben Haupttheile nicht zu sehr verschiedene Wolle darbieten, woneben aber naturgemäß allzeit ein jeder Körpertheil (am auffallendsten bei feinwolligen Schafen) Wolle von anderer Feinheit, Länge &c. trägt (worüber beim Sortiren Näheres angegeben wird). Die Eigenschaft der Ausgeglichenheit fordert man auch von dem Wollhaare an sich, und in dieser Beziehung wird darunter verstanden, daß das Haar in allen Theilen seiner Länge keine merkliche Verschiedenheit in Dicke und Kräuselung zeige: man nennt dieß auch die Treue der Wolle, und nennt Letztere danach treu oder untreu. Manchmal sind die Spitzen (äußeren Enden) der Haare dicker als das Uebrige, was für einen Fehler geachtet wird. Absätzige oder zweiwüchsige Wolle ist in einem Theile ihrer Länge dick, in einem andern Theile dünn, in dem einen gehörig gekräuselt, in dem andern schlicht und entsteht, wenn den Schafen periodisch bessere und schlechtere Nahrung gegeben wird, oder ist auch die Folge von Krankheit. Der Werth der Wolle wird vermin-

dert, wenn darin lose anhängende kurze, weiße, glänzende, ungekräuselte Haare (Stichelhaare) oder ähnliche lange, grobe, in den Wollbüschelchen mehr oder weniger festsitzende Haare (Hundshaare, Ziegenhaare, falsche Haare), welche Beide im Kessel des Färbers die Farbe nicht annehmen, vorkommen. Reinheit des Vließes von allen nicht naturgemäß zur Wolle gehörigen Substanzen muß durch angemessene Pflege der Schafe thunlichst erstrebt werden. Es ist zwar nicht zu vermeiden, daß der fettige Schweiß des Thieres die Wolle mehr oder weniger gelb färbt, auch die Wolle überhaupt, besonders die Spitze der Stapel, mit Staub und Schmutz beladen wird, wodurch das Vließ äußerlich braun oder fast schwarz erscheint; aber alle diese Verunreinigungen gehen theils durch das Waschen vor der Schur, theils bei der Wäsche in den Fabriken ohne Schwierigkeit ab. Dagegen sind Kletten, kleine Theile von Heu und Stroh, ꝛc., welche sich im Vließ festgesetzt haben, entweder gar nicht oder nur mit sehr viel Mühe zu beseitigen, verursachen dem Fabrikanten große Noth, und setzen den Werth der Wolle (welche dann **futterig** genannt wird), sehr herab. Aus einigen Gegenden Südamerika's kommt Wolle in den Handel, welche mit Kletten im Uebermaß verunreinigt ist, und daher zu geringen Preisen verkauft werden muß, ungeachtet das Haar derselben fein und schön ist. Einzeln und in geringerem Grade trifft man jedoch futterige Wolle auch unter europäischen Heerden, wenn bei Stallfütterung unvorsichtig verfahren wird, oder die Thiere im Freien zu sehr sich selbst überlassen sind, und sich oft zwischen Strauchwerk durchdrängen ꝛc. Zufolge Mangels an hinlänglicher Streu im Stalle wird öfters die Wolle an einzelnen Theilen des Körpers von Harn und Exkrementen gelbgebeitzt; solche **gelbe Wolle** nimmt nicht gehörig die Farben an, und ist zu feinen Fabrikaten unbrauchbar.

### b) Unterscheidung von Streich- und Kammwolle.

Es ist bereits in der Einleitung zu gegenwärtigem Artikel des Unterschiedes zwischen Streichwollfabrikation und Kammwollfabrikation gedacht werden. Für jeden dieser zwei In-

dustriezweige muß die Wolle so ausgewählt werden, daß sie durch natürliche Eigenschaften und Verhalten unter den Fabrikoperationen dem besondern Zwecke entspricht: daher die Unterscheidung der Wolle überhaupt in Streichwolle und Kammwolle, welche ihrer Begründung nach eine rein technische ist, und mit dem naturhistorischen Unterschied der Schaf-Raßen nur in so fern zu thun hat, als gewisse Raßen eine Wolle liefern, die sich vorzugsweise zu Kammwolle oder zu Streichwolle eignet. Denn daneben wird sehr gewöhnlich das Vließ eines und desselben Thieres durch Sortiren in Theile zerlegt, von welchen einige als Streichwolle, andere als Kammwolle verarbeitet werden; und die aus der Kammwolle beim Kämmen abgehenden, kürzeren Haarmassen (Kämmlinge) finden ihre Benutzung zur Anfertigung streichwollener Fabrikate.

Streichwolle (Kratzwolle oder Tuchwolle, zuweilen auch kurze Wolle) heißt alle jene Wolle, welche sich zur Verfertigung tuchartiger Zeuge eignet, d. h. solcher Stoffe, die durch Behandlung in der Walke eine filzartige Decke auf der Oberfläche erlangen, wie Tuch, Fries, Kasimir 2c. Es ist hiermit indeß nicht gesagt, daß alle aus Streichwollgarn erzeugten Gewebe einer solchen dichten Verfilzung ihrer Oberfläche unterworfen werden, wie beim Tucke der Fall ist; vielmehr begnügt man sich oft mit einer sehr leichten, den Faden nicht völlig verdeckenden Filzbildung, oder gar mit einer mäßig rauhen (haarigen) Beschaffenheit ohne alle Filzung: der Wohlfeilheit halber wird selbst Streichwollgarn in Gemeinschaft mit Gespinnsten aus Kammwolle und Baumwolle zu solchen Fabrikaten verarbeitet, bei welchen nicht ein Mal diese Rauhigkeit im Zwecke liegt, also Kammwollgarn besser entsprechen würde, wenn man auf den Preis keine Rücksicht zu nehmen hätte. Der Charakter des Streichwollgespinnstes (Streichgarns) ist eine bedeutende Weichheit und Lockerheit, ein entschiedener Grad von Rauhheit, eine große Geneigtheit zur Verfilzung unter Einwirkung von Feuchtigkeit und Druck oder Stoß (beim Walken). Diese Eigenschaften erlangt es in desto höherem Grade, je mehr die dazu genommene Wolle gekräuselt, durch ihre natürlich rauhe Oberfläche zur Filzung geeignet, und je kürzer dieselbe ist. Haare von geringer Länge

bringen nämlich, gleiche Feinheit der Wolle vorausgesetzt, in einen Garnfaden von bestimmtem Gewichte mehr Haar-Enden oder Spitzen mit, welche vorzugsweise Gelegenheit zur Filzung geben. Daher dienen als Streichwolle unbedingt alle stark gekräuselten Wollen, deren Haar weniger als 4 Zoll (im ausgestreckten Zustande) mißt. Nach Erforderniß der Umstände und geleitet von besonderen Rücksichten verarbeitet man außerdem (namentlich zu grober Waare) auch etwas längere und schwach oder gar nicht gekräuselte Wollgattungen auf Streichgarn. Der Fabrikant von Streichwollwaaren muß auf Feinheit der Wolle einen großen Werth legen, weil feinere Wolle nicht nur eine feiner aussehende und feiner anzufühlende, sondern auch (vermöge der größern Anzahl filzender Haar-Enden in gleicher Wollmenge) eine dichtere Filzdecke liefert.

Kammwolle (manchmal auch lange Wolle genannt) ist das Material zu glatten Wollenzeugen, bei welchen jede Filzung der Oberfläche dem Zwecke entgegen wäre, ja sogar alle haarige oder rauhe Beschaffenheit derselben thunlichst vermieden wird, weil man den Faden des Gewebes völlig sichtbar erhalten und dessen Schönheit vor Augen legen will, ohne auf besondere Dicke oder ausgezeichnete warmhaltende Kraft des Stoffes auszugehen (Beispiele: Merino und Thibet, Wollmousselin, Kammlot, Shawls u. s. f.). Das Garn zu solchen Fabrikaten will man demnach gerne glatt und fest, mit geringer Filzungsfähigkeit begabt, herstellen; deshalb sind die Grundeigenschaften der Kammwolle: eine nicht zu geringe Länge (wenigstens 3 bis 4 Zoll), eine vorzügliche Festigkeit und eine schwach oder gar nicht gekräuselte Gestalt des Haares. Alles dieß findet sich in den langen Gattungen der unveredelten Landwolle, am vollkommensten aber in der Wolle des Niederungsschafes vereinigt. Da jedoch hierunter keine feinen Wollen vorkommen, und die Fabrikation auch solcher bedarf, so ist man genöthigt, daneben auf die längsten Sorten der spanischen (Merino-) Wolle und der veredelten Wolle zu greifen. Bei dieser ist, wenn sie als Kammwolle dienen müssen, die Kräuselung eine unwillkommene Eigenschaft, daher ein eifriges Bestreben darauf gerichtet wird, durch besondere Behandlungen vor dem

Spinnen die Kräuselung soviel möglich wegzuschaffen, das Haar schlicht auszustrecken. Aus dem Gesagten ergibt sich, daß bei Kammwolle in der größern Länge ein wesentlicher Vorzug liegt, sofern der gesponnene Faden fester und glätter ausfällt, wenn das Haar lang ist; doch hat dieß seine Grenze, denn Wolle von mehr als etwa 10 Zoll Länge ist schon schwierig oder mindestens unbequem zu verarbeiten. Große Feinheit des Haares dagegen ist an der Kammwolle von weit geringerer Wichtigkeit, als an der Streichwolle; denn im Kammwoll-Gespinnst und Gewebe tritt nicht so sehr das einzelne Haar als der ganze Faden hervor, von welchem Letztern es im Allgemeinen ziemlich gleichgültig ist, ob er bei bestimmter Feinheit aus einigen Haaren mehr oder weniger besteht. Mehr Rücksicht nimmt man auf Weichheit, weil diese ein sanfteres Anfühlen und einen gefälligern Faltenwurf der Stoffe begründet.

Hält man das so eben über beide Wollklassen Gesagte zusammen, so stellt sich das Unbestimmte und Schwankende der Grenze zwischen denselben heraus, und man erkennt, daß gewisse Arten Wolle nach Gelegenheit und Bedarf entweder als Streichwolle oder als Kammwolle dienen können, wiewohl sie allerdings und eben wegen dieser Zwitterstellung, für den einen wie für den andern Zweck die erforderlichen Charaktere nicht in ausgezeichnetem Maße darbieten.

### c) Wollwäsche und Schafschur.

Bevor die Wolle dem Handel überliefert wird, muß man sie durch Waschen von Staub und anderem fremdartigem Schmutze befreien, womit sie so reichlich verunreinigt ist, daß dadurch ihr Gewicht oft auf und über das Doppelte sich steigert. Ohne solche vorgängige Reinigung würde nicht nur das zu transportirende Gewicht außerordentlich erhöht seyn, sondern auch jede richtige Preiswürdigung unmöglich fallen. In der Regel (wenigstens in Deutschland allgemein) geschieht dieses Waschen auf dem Körper der Schafe, vor dem Scheeren; es führt daher den Namen der Pelzwäsche oder Rückenwäsche, zur Unterscheidung von der später zu beschreibenden Fabrikwäsche, welche eine tiefer eingehende Reinigung, namentlich die Entfernung des in der

Wolle sitzenden Schweißes, zum Zweck hat. Die Methoden der Pelzwäsche sind: das Schwemmen, wobei man die Schafe in einen Fluß oder Teich springen und eine Strecke weit schwimmen läßt; die Handwäsche durch knetende Bearbeitung der Wolle mit den Händen, während die Thiere im Wasser stehen; die Sturzwäsche oder das Abspülen der schon nach einer der eben genannten Methoden gewaschenen Schafe unter einem von der Höhe herabfallenden Wasserstrahle; die Spritzwäsche, wozu man die Schafe in offene Behälter einpfercht und mittelst einer Feuerspritze (welche drei oder vier Wasserstrahlen zugleich auswirft) bis zu vollendeter Reinigung bespritzt.

Die Wolle veredelter Schafe erlangt eine ausgezeichnete Reinheit, wenn man die Thiere zuerst in Bottichen durch reines, auf 26 bis 27° R. erwärmtes Wasser von Schmutz befreit; dann in anderen Bottichen 12 bis 25 Sekunden lang mit einer 30 bis 40° warmen, aus Wasser und starkem Seifenwurzel-Absud gemischten Flüssigkeit bearbeitet; endlich noch warm, 1 bis 2 Minuten unter einem kalten Wassersturze behandelt. Die außerordentliche Wirkung dieser (um das Jahr 1835 aufgekommenen und damals ungemein gerühmten) Wäsche beruht darauf, daß der die Wolle gelb färbende Schweiß (welcher sonst zum größten Theile erst der Fabrikwäsche weicht) völlig entfernt, doch aber dem Haare so viel von seiner natürlichen Fettigkeit gelassen wird, als zu dessen erwünschter Geschmeidigkeit nöthig ist. Der genannte Absud wird aus der weißen Seifenwurzel (Radix saponariae albae, welche von Lychnis dioica stammt) bereitet, und man kann auf 100 Schafe 10 Wien. Pfund Wurzel rechnen. Die rothe Seifenwurzel (Radix saponariae rubrae, von Soponaria officinalis) ist viel weniger ausgiebig. (S. Fr. Barthels, die naturgemäße Behandlung der Schafwolle durch schwanenweiße Wäsche vor der Schur. Leipzig 1838.)

Rohe Wolle verliert durch die gewöhnliche Pelzwäsche mit kaltem Wasser 20 bis 70 Prozent am Gewicht, je nachdem sie mehr oder weniger verunreinigt ist. Die zuletzt erwähnte Wäsche mit Seifenwurzel bewirkt einen Abgang von 35 bis 75 Prozent; aber die Wolle gewinnt dadurch an Werth nicht allein weil sie nun reiner ist (mehr wirkliche Wolle enthält), sondern auch weil

ihre Ausgiebigkeit für den Fabrikanten sich sicherer schätzen läßt, nachdem nebst dem Schmutze auch der Schweiß entfernt ist, und zudem die sonst übliche Fabrikwäsche erspart wird.

Das Scheeren kann gewöhnlich am dritten Tage nach vollbrachter Pelzwäsche Statt finden, überhaupt erst, nachdem die Wolle auf den Thieren wieder völlig trocken geworden ist. Mit der Schafscheere wird hierbei die Wolle glatt an der Haut abgeschnitten, und man achtet sorgfältig darauf, das Vließ nicht zu zerreißen oder in Unordnung zu bringen, vielmehr die Theile desselben in ihrer natürlichen Anordnung neben einander zu erhalten, damit es als Ganzes zusammengerollt werden kann, und später beim Wiederaufrollen die Wolle der verschiedenen Körpertheile leicht aufgefunden und aussortirt werden kann, wie es wegen ihrer ungleichen Beschaffenheit nöthig ist. Nur die Wolle von den Füßen, den Backen und dem Schwanze bleibt niemals mit dem Vließe zusammenhängend, sondern bildet getrennte Portionen, welche man Stücke nennt. Nicht selten legt man 5, 6 oder 7 Vließe auf einander, und bildet daraus einen Ballen. Die Stücke, deßgleichen die Locken (grobe haarige, d. h. schlichte nicht gekräuselte Theile), ferner die von Urin gelbgebeitzten, futterigen oder sonst stark beschmutzten Wollportionen werden am besten besonders verpackt, weil diese schlechten Antheile, in die Vließe mit hineingewickelt, die Werthschätzung nach dem Gewichte sehr erschweren, den Käufer mißtrauisch und vorsichtig machen, daher leicht eine über Verhältniß starke Preiserniedrigung zur Folge haben. Ein geschickter Scheerer kann des Tages 15 bis 20 Schafe oder 8 bis 10 Böcke scheeren; gewöhnlich sind nur 6 bis 15 Thiere auf Eine Person zu rechnen.

Die Schafschur wird in der Regel Ein Mal des Jahres vorgenommen, und zwar zwischen der Mitte des Maimonats und den ersten Tagen des Julius (einschürige Wolle). In einigen Gegenden und nur bei langwolligen Schafen ist zweimaliges Scheeren üblich (wovon die Wolle dann zweischürig heißt), nämlich im Frühjahre — Winterwolle, und gegen Anfang des Herbstes — Sommerwolle; der Ertrag an Winterwolle ist ungefähr um die Hälfte größer als jener an Sommerwolle von demselben Thiere. Daß zweischürige Wolle viel kürzer aus-

fällt, als einschürige von gleichen Thieren, ergibt sich aus der Natur der Sache. Der Vorschlag, die Schafe nur alle zwei oder drei Jahre zu scheeren, um lange Wolle (Kammwolle) zu gewinnen, hat sich praktisch nicht bewährt; denn obschon die Wolle hierbei nicht schlechter wird, so bekommt man doch ein geringeres Gewicht an zwei- oder dreijähriger Wolle, als von zwei oder drei Schuren zusammen an einjähriger Wolle, da das Wachsthum in der ersten Periode nach einer Schur rascher ist als späterhin. Lammwolle heißt die Wolle von noch nicht einjährigen Thieren, welche zum ersten Male geschoren werden; sie zeichnet sich durch Feinheit und weiche, seidenartige Beschaffenheit aus, ist aber kurz, ohne rechte Elastizität und Festigkeit. Die natürliche Zuspitzung des Haares, welche sich an der Lammwolle findet, erzeugt sich beim Nachwuchse nicht wieder, fehlt daher der Wolle von allen folgenden Schuren. Die Wolle von zwei- bis sechsjährigen Thieren ist in Menge und Güte am vorzüglichsten; nach dem siebenten Jahre findet in beiden Beziehungen eine merkliche Abnahme statt. Weibliche Thiere tragen im Allgemeinen feinere Wolle, aber weniger, als männliche; am wollreichsten sind die Böcke, nach diesen die Hammel.

Nach erfahrungsmäßigen Durchschnitten kann der jährliche Ertrag von Einem Thiere (an auf dem Körper gewaschener Wolle) folgender Maßen geschätzt werden:

| | Wiener Pfund | | |
|---|---|---|---|
| Merinos, Electoral-Raße: | | | |
| Bock . . . . . . . . . . . . . . . | $1\frac{7}{8}$ | bis | 4 |
| Mutterschaf . . . . . . . . . . . . | $1\frac{1}{2}$ | „ | $2\frac{1}{4}$ |
| Durchschnitt ganzer Heerden . . . . . | $1\frac{1}{8}$ | „ | $1\frac{2}{3}$ |
| Merinos, Negretti-Raße: | | | |
| Bock . . . . . . . . . . . . . . . | 4 | „ | $5\frac{3}{4}$ |
| Mutterschaf . . . . . . . . . . . . | 2 | „ | $3\frac{1}{8}$ |
| Durchschnitt ganzer Heerden . . . . . . | 2 | „ | $2\frac{1}{2}$ |
| Veredelte Schafe, Durchschnitt ganzer Heerden (alte und junge Thiere beider Geschlechter in einander gerechnet): | | | |
| feinwollige . . . . . . . . . . . | $1\frac{2}{3}$ | | |
| mittelfeinwollige . . . . . . . . . | $2\frac{1}{4}$ | „ | $2\frac{2}{3}$ |

| | Wiener Pfund |
|---|---|
| Unveredelte Landschafe: | |
| Mutterschaf | 2 " 5 |
| im Durchschnitt ganzer Heerden | $1\frac{1}{4}$ " 4 |
| Marschschafe: | |
| mit 6 bis 9zölliger Wolle | $4\frac{1}{4}$ " 8 |
| " 12zölliger und noch längerer | 10 " $11\frac{1}{2}$ |
| Englische langwollige Schafe | 5 " $6\frac{2}{3}$ |
| Haidschafe: | |
| Winterwolle $\frac{3}{5}$ bis 1 / Sommerwolle $\frac{2}{5}$ " $\frac{2}{3}$ | 1 " $1\frac{2}{3}$ |

Außer der von lebenden gesunden Schafen abgeschorenen Wolle (*Schurwolle*) kommt auch solche von kranken oder gefallenen Thieren (*Sterblingswolle*), und die in Gerbereien durch Kalk von den Fellen abgenommene (*Raufwolle, Gerberwolle*) vor, beide von geringerem Werthe. Die Sterblingswolle ermangelt der rechten Festigkeit und Elastizität; die Raufwolle ist wegen ihrer geringeren Länge und weil sie alles, grobe und feine Haare durcheinander enthält, nur zu ordinären Streichwollfabrikaten geeignet, und wird zweckmäßig mit längerer Wolle (Schurwolle) gemengt versponnen.

### d) Woll-Sortirung.

Das Sortiren der Wolle, d. h. die Zusammenlegung und Vereinigung der einander an Eigenschaften ähnlichsten Portionen behufs gemeinschaftlicher Verarbeitung findet unter verschiedenen Verhältnissen Statt, und muß demnach aus verschiedenen Gesichtspunkten vorgenommen und betrachtet werden. Wolle, die aus den Händen des Schafzüchters direkt in jene des Fabrikanten übergeht, wird von diesem nach seinem eigenen Bedarfe sortirt, d. h. in der Fabrik trennt man vor Allem die an Feinheit, Länge und sonstiger Beschaffenheit von einander bedeutend abweichenden Theile der Vließe, und bestimmt sie zu derjenigen Art Waare, wozu sie sich am zweckmäßigsten eignen. Die Anzahl der so hervorgehenden Sorten ist nach Art der Wolle, Mannigfaltigkeit und Umfang des Fabriksbetriebs ꝛc. größer oder kleiner. In Tuchfabriken z. B. werden von drei bis zu sechs, sieben oder noch mehr

Sorten gemacht, welche man auf willkürliche Weise z. B. mit Buchstaben benennt. Ein Beispiel eines solchen Sortiments ist folgendes: Deckenwolle (die gröbste), ordinär (die zunächst stehende), A (etwas feiner), B (noch feiner) u. s. f. C, D, E, F, G, H, I (die feinste). In den deutschen Kammwollspinnereien besteht das vollständige Sortiment aus sieben mit Buchstaben bezeichneten Gattungen, welche die als Kammwolle tauglichen Theile der Vließe von mehr oder weniger feinwolligen Schafen begreifen, nämlich:

A A A (drei A) — feinste Merinowolle,
A A (zwei A) — feine Merinowolle,
A — Merinowolle dritte Sorte,
B — veredelte Landwolle,
C — feine unveredelte oder halbveredelte Landwolle,
D — mittlere Landwolle,
E — ordinäre Landwolle.

Ein anderes Bewandtniß hat es hingegen mit dem Sortiren, oder sogenannten Akkomodiren der Wolle für den Handel, wie es von den Wollhändlern nach ungefähr übereinstimmenden Grundsätzen vorgenommen wird, so daß alsdann der Handel dem Fabrikanten Wollpartien von nahe gleichmäßiger Beschaffenheit unter bestimmten Namen darbietet. Es muß bei Bildung dieser Sorten auf die Beschaffenheit der Wolle an sich allein Rücksicht genommen, und daher sowohl die Wolle von verschiedenem Charakter im Ganzen, als auch die von verschiedenen Theilen eines und desselben Vließes soweit getrennt gehalten werden, als sie auffallende Unterschiede zeigt.

Unter allen Körpertheilen des Schafes sind die beiden Blätter (Schulterblätter) diejenigen, welche die feinste und überhaupt vorzüglichste Wolle tragen. Dieser steht die Wolle von den Rippen und der Flanke (von den Seiten des Leibes), so wie von den flachen Seiten des Halses wenig nach. Die Seitenfläche der Hinterschenkel (Keule oder Hose genannt) folgt zunächst. Diese vier Theile, welche zusammen die wichtigste Portion des Vließes bilden und hauptsächlich dessen Werth bestimmen, werden die edleren Theile genannt. Der Nacken, der Widerrist (die Stelle des vorspringenden Knochens zwi-

schen Hals und Rücken) und der Rücken oder das Kreuz enthalten Wolle von geringerer Beschaffenheit; noch mehr ist dieß der Fall mit der Kehle, der Wamme, der Brust, der Schwanzwurzel und den Füßen. Die Wolle am Bauche ist kurz und verwirrt, überdieß sehr gewöhnlich durch den Urin gelb oder braun gebeizt. Stirn und Scheitel haben ebenfalls Wolle von geringem Werthe, und die schlechteste kommt von dem sogenannten Wolfsbiß, d. h. dem hintern Theile der Hinterschenkel.

So wie die Wollpartien in ganzen Vließen, unsortirt, von den Schäfereien abgegeben oder zu Markte gebracht werden, bezeichnet man ihre Qualität im Allgemeinen und schätzungsweise durch gewisse übliche Sortiments-Namen, als superfeine, extrafeine oder hochfeine, feine, fein mittel, gut mittel, gut ordinäre und ordinäre Wolle; oder: hochfeine, mittelfeine, feiner Halbschlag, geringer Halbschlag, gute veredelte Landwolle, geringere Landwolle, ordinäre Landwolle. Das Sortirungsgeschäft beabsichtigt nun eine genauere Unterscheidung und zugleich eine Trennung der an Feinheit u. s. w. bemerkbar von einander abweichenden Wollportionen, wobei aus der Vereinigung des Gleichartigen eine Anzahl Sorten hervorgehen, bei deren Festsetzung zwar zunächst und hauptsächlich auf den Grad der Feinheit geachtet wird; jedoch so, daß eine Wolle wohl auch in eine niedrigere oder höhere Sorte klassifizirt wird (als ihr der Feinheit nach zukäme) falls sie in anderer Beziehung erhebliche Unvollkommenheiten oder Vorzüge zu erkennen gibt. Am weitesten wird in der Vervielfältigung der Sorten bei der Wolle von Merino- und veredelten Schafen gegangen; man unterscheidet hier

1) Super-Elekta, die beste Sorte, welche sich nur an den edelsten Schafen und zwar am Blatte findet, einen Durchmesser des Haars von 5 bis 6 Grad Dolland, 28 bis 32 Bögen auf 1 Wiener Zoll, und einen niedrigen Stapel (ungefähr 1¼ Zoll Länge im unausgezogenen Zustande) hat.

2) Elekta (irrthümlich oft Elektoral genannt), von der Flanke und vom Halse der edelsten Schafe, oder vom Blatte der

etwas minder edlen; 6 bis 7 Gr. Dollond, 25 bis 28 Bögen. Nicht selten trennt man Elekta selbst wieder in zwei Unterabtheilungen, welche erste Elekta (die bessere) und zweite Elekta genannt werden.

3) Prima (öfters in erste und zweite Prima unterschieden), 8 bis 9 Gr. D., 20 bis 25 Bögen.

Super-Elekta, Elekta und Prima machen zusammen bei den edelsten Schafen etwa 70 bis 75 Prozent des ganzen Vließes aus.

4) Sekunda, 9 bis 10 Gr. D., 18 bis 22 Bögen.

5) Tertia, 10 bis 12 Gr. D., 14 bis 18 Bögen.

6) Quarta, 11 bis 13 Gr. D, 10 bis 15 Bögen.

7) Quinta und

8) Sexta, welche Beide aus der groben Wolle von den unedleren Theilen minder feiner Schafe oder aus solcher Wolle bestehen, die ihrer Feinheit nach unter Tertia und Quarta gehören würde, aber mit einem wesentlichen Fehler behaftet, z. B. zwirnig, knotig, verfilzt ist.

9) Stücke, die unzusammenhängenden und gröberen Theile von den Füßen, der Schwanzwurzel, dem Bauche; sie werden gewöhnlich wieder in zwei oder drei Abtheilungen gebracht.

10) Locken, grobe und wenig gekräuselte Portionen von der Stirn, vom Scheitel, 2c.

Die Sorten 1 bis 4 rechnet man zu den feinen Wollen, 5 und 6 sind Mittelwolle, 7 und 8 ordinäre Gattungen, 9 und 10 schlechte Waare und Abfall.

Die oben beigesetzten Dicken nach Dollond's Wollmesser können höchstens als annähernde Durchschnittswerthe gelten, indem — wie schon früher im Allgemeinen gezeigt — die Verschiedenheit der einzelnen Haare ungemein groß ist. In wie weit speziell bei den angeführten Sorten die ihnen zugeschriebene mittlere Feinheit zutrifft oder nicht, mögen folgende Beispiele aus der großen mikroskopischen Arbeit von Corda lehren. Es fanden sich Haare von beigesetzten Dicken in nachstehenden Wollsorten:

| | Millionstel Wien. Zoll | oder Grade Dollond | Durchschn. aus 10 Messung. Millionstel Zoll | Gr. Doll. |
|---|---|---|---|---|
| a) Spanische Wolle: | | | | |
| Super Elekta | 514 bis 1151 | = 5 1/3 bis 12 | — 770 | = 8 |
| Erste Elekta | 535 » 874 | = 5 1/2 » 9 | — 663 | = 7 |
| Zweite Elekta | 648 » 1079 | = 6 3/4 » 11 1/4 | — 759 | = 8 |
| Prima . . | 514 » 740 | = 5 1/3 » 7 3/4 | — 612 | = 6 1/5 |
| b) Böhmische Mestizen-Wolle: | | | | |
| Elekta . . | 678 » 1049 | = 7 » 11 | — 928 | = 9 2/3 |
| Prima . . | 750 » 1162 | = 7 3/4 » 12 | — 951 | = 10 |
| Sekunda . | 894 » 1306 | = 9 1/4 » 13 1/2 | — 1107 | = 11 1/2 |
| Tertia . . | 637 » 1336 | = 6 2/3 » 14 | — 1069 | = 11 |
| Quarta . . | 894 » 1357 | = 9 1/4 » 14 | — 1093 | = 11 1/3! |
| Locken . . | 802 » 1376 | = 8 1/3 » 14 1/4 | — 1155 | = 12 |
| c) Wolle aus Vandiemens Land: | | | | |
| Prima . . | 1090 » 1609 | = 11 1/3 » 16 2/5 | — 1357 | = 14 |
| Sekunda . | 699 » 1614 | = 7 1/4 » 16 3/4 | — 1031 | = 10 2/3 |
| Tertia . . | 586 » 1357 | = 6 » 14 | — 952 | = 10 |

Einen sichern, wiewohl auch nicht streng zuverlässigen und das geübte Auge keineswegs entbehrlich machenden Anhaltspunkt zur mechanischen Sortirung der Wolle gewährt die Kräuselung, nämlich die Anzahl der Bögen auf 1 Zoll Länge des unausgedehnten Stapels (zufolge des früher erörterten Zusammenhangs zwischen Kräuselung und Feinheit). Um die Bögenanzahl ohne Zirkel und ohne Zählung schnell mit einer hier genügenden Genauigkeit zu ermitteln, dient der von dem Wirthschaftsinspektor Sorge zu Szecseny in Ungarn erfundene Wollklassifikator. Dieses höchst einfache Instrument besteht in einer etwa eine halbe Linie dicken Messingblech-Platte (siehe zwei Ansichten wirklicher Größe in Fig. 3, Taf. 460) von 5 Zoll Länge und 1 Zoll Breite, mit einem Stiele zu bequemem Halten versehen. Durch Querlinien sind darauf fünf gleich große Abtheilungen oder Felder geschieden, jede genau 1 Wiener Zoll lang. Der eine lange Rand der Platte ist mit regelmäßigen runden Auszackungen oder Zähnchen dergestalt versehen, daß an dem ersten Felde (also auf 1 Zoll Länge) 28 Zacken vorhanden sind, an den folgenden Feldern der Reihe nach 24, 20, 16 und 12. Diese Zahlen sind auf den Feldern selbst eingravirt, und dabei stehen die Anfangsbuchstaben der Sorten-Namen nebst den unge-

fähr (der Annahme nach) entsprechenden Feinheitsgraden des Dollond'schen Wollmessers; nämlich:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| bei 28 | steht | E (Elekta) | und | 7° |
| » 24 | » | P (Prima) | » | 8° |
| » 20 | » | S (Sekunda) | » | 9° |
| » 16 | » | T (Tertia) | » | 10° |
| » 12 | » | Q (Quarta) | » | 11° |

Um nun eine Wolle zu klassifiziren, legt man einen Stapel derselben, ohne ihn auszuspannen, an den gezackten Rand, und sieht zu, in welcher der fünf Abtheilungen die Bögen am genauesten mit den fünf Auszackungen übereinstimmen; dadurch ergibt sich unmittelbar die Sorte, zu welcher die Wolle gehört, wenn sie nicht einen sehr bemerkbaren Fehler hat, z. B. grobspitzig, zwirnig oder knotig ist, in welchem Falle sie nach Umständen um eine oder zwei Sorten niedriger zu klassifiziren sein würde.

Das Verfahren beim Sortiren überhaupt besteht darin, daß man die Vließe öffnet, ausbreitet; die gelbe Wolle entfernt, die Kothspitzen (durch verhärteten Schmutz fest zusammengeklebte Theile) wegschneidet, andere grobe Unreinigkeiten mit der Hand beseitigt; dann sechs bis zehn Vließe auf einander legt und durch Klopfen, Schlagen (wie die Baumwolle, Bd. I. S. 490) etwas auflockert, von Staub reinigt; endlich die Bestandtheile der Vließe nach Maßgabe ihrer Beschaffenheit aussucht, trennt, und in die besonderen den bestimmten Sorten gewidmeten Behältnisse wirft. Lammwolle pflegt man nicht in Sorten abzutheilen, sondern gemischt zu verarbeiten, weniger auf Tuch als leichte Modestoffe, wenn sie nicht (was am öftesten geschieht) an Hutmacher verkauft wird.

### e) Anhang über Lumpenwolle.

Es muß hier zum Schlusse noch der Lumpenwolle gedacht werden, d. h. des Spinnstoffs, welcher durch Zerreißen und Zerkratzen abgetragener wollener Waaren (Lumpen) gewonnen, und in nicht unbeträchtlicher Menge statt neuer Wolle verarbeitet wird, so daß in England und hin und wieder in Deutschland die Darstellung der Lumpenwolle eine eigene Industrie

bildet. Es eignen sich hierzu vorzugsweise die Reste von solchen Waaren, die aus langer, grober und fester Wolle bestehen, und in welchen die Wolle nicht verfilzt, ja nicht einmal der Garnfaden sehr stark gedreht ist, also namentlich von gestrickten und gewirkten Strümpfen, Mützen, Beinkleidern, Kamisölern, von losen nicht gewalkten Zeugen, groben Fußdecken ꝛc.; ferner Garnabfälle aus Spinnereien und Webereien. Diese Materialien, vorläufig gewaschen, müssen auf das Sorgfältigste sortirt, und von Allem was nicht reine Wolle ist durch Aussuchen befreit werden; denn die der Lumpenwolle beigemengten Leinen- oder Baumwolltheilchen würden — da sie im Kessel des Wollfärbers unvollkommen oder gar nicht die Farben annehmen — höchst nachtheilig sein. Die in Partien von möglichst gleichartiger Beschaffenheit zusammengeworfenen Lumpen werden in dem Lumpenwolf, einer mittelst spitziger, stählerner Zähne und sehr schneller Bewegung wirkenden Maschine, zerrissen und in eine Masse loser Wollfasern verwandelt, aus welcher die unzerkleinerten Stückchen fleißig herausgelesen werden müssen. Die Lumpenwolle wird übrigens auf Kratzmaschinen gekratzt wie neue Wolle und gleich dieser weiter verarbeitet. Doch gehen die Wollhaare aus der gewaltsamen Einwirkung des Lumpenwolfes begreiflicher Weise nicht unbeschädigt hervor; vielmehr ist die Lumpenwolle stets kurzhaarig (manche Haare darin messen wohl bis zu 4 oder 4½ Zoll, die meisten aber nur ½ bis 1 Zoll, und ziemlich viele sogar unter ½ Zoll), sie eignet sich daher nicht zum Verspinnen ohne Versetzung mit einem bedeutenden Antheile neuer Wolle (welcher wenigstens ein Drittel des Ganzen betragen muß), und liefert dennoch ein nur als Einschußgarn brauchbares Gespinnst zu Waaren, denen es nicht gerade immer an schönem Ansehen, aber unvermeidlich an der Dauerhaftigkeit eines guten Fabrikates fehlt.

Fig. 1 auf Taf. 460 ist der senkrechte Durchschnitt eines Lumpenwolfes von der Einrichtung, für welche Vincent, L'Abbee und Jacquot in Frankreich patentirt waren *). Daran

---

*) Die Originalbeschreibung in Description des Brevets expirés, XXXVI. 130, hat bei dem Folgenden nur als Grundlage dienen

sind a, a zwei hölzerne Walzen, über welche ein endloses Zuführtuch b b gespannt ist. Die oben auf Letzteres gelegten Lumpen werden, durch dessen Fortschreitung in der Richtung des Pfeils auf einen horizontalen Tisch l geführt, welcher aus einer Platte von starkem Eisenblech besteht und mit einer Anzahl paralleler auf der Kante stehender schmaler Sägblätter besetzt ist. Die Zähne dieser Sägen stehen in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise schräg, und sind dergestalt schmal und scharfspitzig ausgefeilt, daß sie fast die Gestalt von Nadeln haben. Die Breite des Tisches beträgt (wie die lichte Breite der Maschine überhaupt) 2 Fuß, und enthält 40 bis 48 Sägeblätter, da diese in Abständen von ungefähr 3 Linien neben einander angebracht sind. Demnach ist die ganze Tischfläche mit ziemlich dicht stehenden spitzigen Zähnen oder Stacheln bedeckt, vermöge welcher sie in Stand gesetzt wird, die auf ihr liegenden Lumpen zu fassen und auf die weiterhin anzugebende Weise mit sich fortzuziehen. Um diesen Erfolg noch mehr zu sichern, dient eine Vorrichtung, welche in der Zeichnung weggelassen wurde, um die Deutlichkeit nicht zu beeinträchtigen: es liegen nämlich quer über dem Tisch her (unter rechtem Winkel gegen die Sägen), 1 Zoll weit eine von der andern entfernt, einige Walzen von 1 Zoll Dicke und 24 Zoll Länge, deren Zapfen in festen Gabellagern sich drehen, und welche nur vermöge ihres eigenen Gewichtes die Lumpenmasse auf die Spitzen der Sägblätter niederdrücken.

Der Tisch l ist mit einer doppelten Bewegung begabt, zu deren Hervorbringung an beiden Seiten desselben übereinstimmend der sogleich zu erklärende Mechanismus sich vorfindet. Zuerst nämlich wird der Tisch ein wenig in vertikaler Richtung erhoben, damit die Zahnspitzen der Sägen recht in die Lumpenmasse eindringen, und sinkt dann fast augenblicklich durch sein eigenes Gewicht wieder herab. Zweitens macht er eine horizontale schiebende Bewegung von dem Zuführtuche b gegen das Innere der Maschine hin, schreitet hierbei aber nur um zwei

können und vielfach ergänzt oder modifizirt werden müssen, da sie sehr oberflächlich verfaßt ist und sogar widersprechende Angaben enthält. Auch die Zeichnung läßt Einiges zu wünschen übrig, was ich durch den Text thunlichst zu ersetzen bemüht war.

Linien (ein Sechstel Zoll) fort, und kehrt sogleich — von schraubenförmig gewundenen Drahtfedern gezogen — zurück. Um die kleinen Hebungen zu bewerkstelligen, dient ein gabelartiges Stück c, dessen senkrechte Arme in Leitungen d, d auf und nieder spielen, und oben wie unten mit Friktionsrollen e, e, e, e versehen sind. Die Rollen an den oberen Enden erheben (wenn c in die Höhe geht) den Tisch, ohne ihm die Freiheit der Schiebung zu nehmen; die unteren Rollen bilden Angriffspunkte für zwei dreizackige Scheiben f, f, welche gleich kleinen Daumenwellen wirken und während jeder ihrer Umdrehungen drei Mal das Stück c, folglich den Tisch l, zum Aufsteigen nöthigen. Ein dreizähniges Getrieb k aber, welches gegen einen unterwärts an dem Tische vorspringenden Zahn oder Lappen arbeitet, bewirkt eben so bei jeder seiner Umdrehungen drei Mal die schon erwähnte geringe Schiebung, etwa so wie in einem Schlosse der Bart des Schlüssels den Riegel bewegt.

Durch diese Vorschiebung wird Schritt für Schritt die Lumpenmasse von dem Tische zur Bearbeitung in die Maschine eingeführt. Jedes Mal, nachdem ein solcher 2 Linien betragender Schritt gemacht ist, wird das vorderste Ende der auf dem Tische ausgebreiteten Lumpenmasse durch eine Presse fest eingeklemmt und gehalten, während die hindurchgehenden spitzigen Zähne eines Reißzylinders daraus die Fäden und Haare ausziehen, also die kleine ihnen dargebotene Portion von 2 Linien Länge und 24 Zoll Breite zerfasern.

Die Presse besteht aus einem unbeweglichen Untertheile g und einem beweglichen Obertheile i. Ersterer ist eine starke eiserne Schiene, welche sich nach der Breitenrichtung vor dem Tische l her erstreckt und von oben herein gehende Einschnitte enthält, in welche die Sägblätter des Tisches eintreten können. Auf ihrer dem Innern der Maschine zugekehrten Vertikalfläche, und zwar an ihrem obern Rande, befindet sich ein horizontaler (in der Abbildung nicht erkennbarer) Eisenstab mit zwei Reihen gerade, in die Höhe stehender, scharfspitziger, starker Nadeln, gleichsam ein doppelter Kamm mit aufwärts gerichteten Zähnen. Dieser Kamm (dessen Zähne oder Nadeln 3 Linien weit aus einander und in den beiden Reihen dergestalt stehen, daß jeder Zahn der

einen Reihe vor einem Zwischenraum der andern Reihe sich befindet) kann sich erheben und senken, wird jedoch durch vier schraubenartig gewundene Federn wie n, in seinem höchsten Standpunkte erhalten, so lange nicht die Presse ihn durch den von oben auf die Lumpenmasse ausgeübten Druck nachzugeben nöthigt. Die Federkraft des Kammes dient also nur zur Verhütung von Beschädigungen, und die Federn müssen stark genug gemacht sein, um die auf sie herabgepreßten Lumpen zu durchstechen, gleichsam aufzuspießen, damit dieselben nachher festgehalten werden, während der Reißzylinder sie ausfasert. Kommen hierbei Theile vor, welche zu sehr widerstehen, so gibt eher der Kamm nach und erzeugt dadurch ein Ausweichen dieser Lumpentheile, als an den Nadeln und Reißzähnen etwas verbogen oder die Substanz zu gewaltsam zerrissen wird.

Der Obertheil i der Presse ist ebenfalls eine dicke eiserne Schiene, welche aber nicht unbeweglich liegt, sondern in drei gabelförmigen Leitstücken wie o — sämmtlich an einem unbeweglichen Querriegel p angebracht — auf und nieder spielen kann. Sich selbst überlassen, wird sie stets durch ihr eigenes Gewicht und die Kraft von vier schraubenförmigen Federn wie q (welche zwischen p und i eingesetzt sind) herabgetrieben, und klemmt die auf i liegenden Lumpen ein. In dem Augenblicke wo das oben beschriebene Vorrücken des Tisches l Statt findet, hebt eine um ihre Achse sich drehende excentrische Scheibe r, indem sie von unten gegen eine mit i verbundene Friktionsrolle l wirkt, den Obertheil der Presse auf, läßt folglich die Lumpen eintreten. Ist sodann aber i niedergefallen, so zieht sich der Tisch zurück, ohne die Lumpen wieder mit sich zu nehmen, da die schräge Stellung der Zähne an seinen Sägblättern diese Art des Rückganges gestattet.

Der Reißzylinder h ist eine Trommel von 2 Fuß Länge, rundum mit den geneigt stehenden, scharfspitzigen Nadeln gleichenden, stählernen Reißzähnen derartig besetzt, daß Letztere 16 Doppelreihen in zur Zylinderachse parallelen Linien bilden. In jeder Reihe stehen die Zähne 3 Linien weit aus einander; in je zwei zusammengehörigen Reihen sind sie versetzt, d. h. es befindet sich jede Nadel der einen Reihe mitten vor einem Zwischenraume

der andern Reihe. Die Länge der Zähne beträgt 6 bis 8 Linien, ihre Dicke an der Basis etwa 1 Linie. Eine jede Doppelreihe kommt gerade dann im Vorbeigehen an der Presse und an deren Kamm zur Wirkung, wenn die Presse geschlossen ist; das Öffnen der Presse und Vorrücken der Lumpen hingegen findet Statt, während ein nicht mit Zähnen besetzter Theil des Reißzylinders im Vorübergehen begriffen ist. Daher machen während Einer Umdrehung von h die Presse und der Stacheltisch l sechszehn Mal ihre bereits erörterten Bewegungen.

Die in den Zähnen des Reißzylinders h hängen gebliebene Wolle wird von denselben durch eine schnell um ihre Achse laufende Bürstenwalze s abgenommen. Unterhalb dieser befinden sich zwei nach entgegengesetzten Richtungen umlaufende Schlaghaspel t, t, welche in einem tonnenartigen Gehäuse 2 eingeschlossen sind, wie eine andere Umhüllung 3 den Reißzylinder und die Bürstenwalze verdeckt. Jeder der Schlaghaspel besteht aus einer hölzernen Welle, durch welche eine die Zapfen bildende eiserne Achse geht, aus vier Paar kreuzförmig an den Enden der Welle eingezapften Armen oder Speichen, und aus vier zur Achse parallelen, je zwei und zwei Speichen verbindenden Stäben, welche äußerlich mit einer Reihe scharf-spitziger Stahlzähne besetzt sind. Diese Zähne sind 9 Linien lang, und greifen 3 Linien tief zwischen die Borsten der Bürste s ein. Indem hierdurch die Schlaghaspel — vermöge ihrer entgegengesetzten raschen Umdrehung — die Bürstenwalze wechselweise nach zwei einander entgegenlaufenden Richtungen bestreichen, nehmen sie alle an derselben hängende Wolle auf, führen sie innerhalb des Gehäuses 2 herum, zausen und lockern sie. Dieser Erfolg wird dadurch sehr befördert, daß man auf der Innenfläche des Gehäuses 2 einige Reihen von spitzigen Stahlzähnen anbringt, in welchen die einzelnen Zähne so stehen, daß zwischen ihnen die Zähne der Schlaghaspel durchgehen, mithin eine wahre Kämmung der Wolle vor sich geht. In der Zeichnung sind indessen jene feststehende Zähne nicht angegeben. Schwerer Staub und Schmutz fällt durch das am Boden des Gehäuses von dicken Eisendrähten gebildete rostartige Gitter f′ heraus.

Die Zähne der Schlaghaspel führen die in ihnen hängende

Wolle von unten nach oben an Oeffnungen des Gehäuses vorbei, wo auf jeder Seite zwei eiserne gefurchte Walzen (Riffelwalzen) u, u liegen. Die untere Walze eines jeden Paares empfängt direkt durch den Betriebsmechanismus ihre Umdrehung; die obere wird durch zwei auf ihre Zapfen drückende einarmige Gewichthebel wie b′, b′ auf jene herabgepreßt und von ihr vermittelst Friktion mitgenommen. Die Drehpunkte der Druckhebel sind bei a′, a′; die an den Hebeln hängenden Gewichte findet man mit c′, c′ bezeichnet. Die Wolle, welche zu einer Art Watte zusammengepreßt zwischen den Riffelwalzen u, u nach außen hervortritt, gelangt sogleich auf ein Tuch ohne Ende, welches über zwei hölzerne Walzen v, v ausgespannt ist; wird von diesem fortgeführt, und fällt endlich in einen untergesetzten Korb.

Das gußeiserne Gestell m m m wird durch schmiedeiserne Querstangen e′, e′ zusammengehalten, und bildet in seinem untern Theile durch die Breterverschalung einen mit einer Thür versehenen Kasten zur Ansammlung des aus dem Gitter f′ kommenden Staubes.

Von dem Bewegungs-Mechanismus sind aus der Figur nur wenige einzelne Theile zu erkennen; es ist deshalb die Skizze des Räderwerks Fig. 2 hinzugefügt, welche angibt, wie man die Anordnung treffen kann. Durch die Buchstaben werden hier die in Fig. 1 gleichnamigen Bestandtheile bezeichnet. Ein von der Betriebswelle kommender Riemen ohne Ende setzt eine Scheibe auf der Achse des Reißzylinders h in Bewegung; und ertheilt diesem Zylinder 13 Umdrehungen in der Minute. (Durchmesser an den Zahnspitzen 10 Zoll, Umfangsgeschwindigkeit 34 Fuß in der Minute oder 6·8 Zoll in der Sekunde). Nach dem Obigen muß folglich die Presse und der Zuführtisch mit den Sägblättern $13 \times 16 = 208$ Bewegungen während 1 Minute machen, wodurch $208 \times 2 = 416$ Linien oder $34^2/_3$ Zoll Länge von der Lumpenmasse eingeführt werden. An der Achse des Zylinders h sitzt zunächst ein 65zähniges Rad I, welches durch seinen Eingriff in ein 17zähniges Getrieb III an der Bürstenwalze s, diese $\frac{13 \times 65}{17} = 49{\cdot}7$ Mal pr. Minute umtreibt. Da deren Durchmesser $8^1/_2$ Zoll beträgt, so ist hier die Umfangsgeschwindigkeit

1327 Zoll oder $110\frac{1}{2}$ Fuß p. M., wovon — da an der Berührungsstelle die Bürsten und die Reißzähne einerlei Weg gehen — fast ein Drittel für das Ausbürsten unwirksam wird, und nur der Ueberschuß = $76\frac{1}{2}$ Fuß die Abnahme der Wolle effektuirt. Nöthigenfalls könnte man daher den Gang der Bürstenwalze beschleunigen und bis zu 200 Umläufen in der Minute erhöhen. Ein zweites mit dem Zylinder h verbundenes Rad II, von 96 Zähnen, treibt das 18zähnige Rad IV an dem Getriebe k, welches sonach $\frac{13 \times 96}{18} = 69\frac{1}{3}$ Umgänge macht und vermöge seiner drei Zähne 208 Schiebungen des Tisches l erzeugt. Von IV wird ein anderes 18zähniges Rad VII, und von diesem ferner ein gleiches VIII in Bewegung gesetzt; diese Beiden sitzen an den Achsen der kleinen Daumenwellen f, f, und Letztere bewirken folglich die erforderlichen 208 Hebungen des Zuführtisches l. Auf gleicher Achse mit IV steckt ein Rad V oder y mit 36 Zähnen (s. y in Fig. 1), durch dessen Eingriff das 12zähnige Getrieb VI an der exzentrischen Scheibe r umgeht, so daß diese $69\frac{1}{3} \times \frac{36}{12} = 208$ Hebungen der Presse i vollbringt. Endlich wird durch VIII ein 50zähniges Rad IX mit 10zähnigem Getrieb X, und von diesem das 48zähnige Rad XI in Gang gesetzt, welches sich an der vordersten Walze a des Zuführtuches befindet. Diese Walze muß demnach $69\frac{1}{3} \times \frac{18}{50} \times \frac{10}{48}$, d. i. 5·2 Mal in der Minute sich umdrehen und — da sie $2\frac{1}{2}$ Zoll dick ist — 40·8 Zoll des Tuches b vorziehen. Diese Geschwindigkeit ist etwas größer als jene des Stacheltisches l ($34\frac{2}{3}$ Zoll); daher kann Letzterem nie ein Mangel an Material zustoßen, vielmehr können die Lumpen in der That nur in solcher Menge nachrücken, wie sie verbraucht werden, und es wird das Tuch b ein wenig schneller fortrücken, als die auf ihm liegende Lumpenmasse zu folgen im Stande ist, da sie von den auf dem Stacheltische liegenden Druckwalzen aufgehalten wird.

Ein besonderer Riemen ist direkt von der Betriebs-Welle auf eine Scheibe an der Achse eines der Schlaghaspel t (Fig. 1) gelegt und setzt diesen in Umlauf; zwei gleich große und in einander eingreifende Zahnräder x, z an den Haspeln bewirken, daß

eine eben so schnelle aber entgegengesetzte Umdrehung sich dem zweiten mittheilt. Von einer 3 Zoll großen Scheibe auf der Achse eines der Schlaghaspel geht ein Riemen auf die 18 Zoll messende Scheibe d′, welche mit der untern zweier Riffelwalzen u u verbunden ist. In gleicher Weise treibt der zweite Schlaghaspel die untere von den beiden anderen Riffelwalzen. Machen nun die Haspel z. B. 420 Umläufe in 1 Minute, so drehen sich die Walzen u nur 70 Mal, und führen hierdurch, bei dem Durchmesser von 1·3 Zoll, die sie haben, 285 Zoll Wollmasse aus. Da diese Abführung auf beiden Seiten der Maschine gleichzeitig, also mit 570 Zoll geschieht, so ist — verglichen mit der eingeführten Länge Lumpenmasse ($34^2/_3$ Zoll) — die Wolle nach der Bearbeitung auf einen sehr nahe $16^1/_2$ Mal so großen Flächenraum ausgebreitet, als in den auf das Tuch b vorgelegten Lumpen. Den Abführtüchern 4, 4 gibt man eine etwas größere Geschwindigkeit als den Riffelwalzen, um jede Stockung in der Fortbewegung der Wolle sicher zu verhüten. Die Walzen v jener Tücher haben $1^1/_2$ Zoll Durchmesser, man kann sie daher eben so viel Umdrehungen machen lassen als die Walzen u, wonach das Tuch in 1 Minute 329 Zoll durchläuft. Die den Riffelwalzen zunächst liegende Walze v bekommt in der angezeigten Absicht ein Rad von beliebiger Zähneanzahl, die untere Riffelwalze ein ganz gleiches Rad; von Letzterem wird aber die Bewegung auf Ersteres mittelst eines Zwischenrades übertragen, weil die Richtung der Bewegung übereinstimmend sein muß.

Man kann nicht leugnen, daß die Konstruktion des im Vorstehenden beschriebenen Lumpenwolfes sehr wohl berechnet ist; dennoch scheint er einer Vereinfachung ohne wesentliche Beeinträchtigung seiner Wirksamkeit fähig zu sein. Namentlich der Zuführungsmechanismus mit beweglichem Stacheltisch und Presse, so zweckmäßig diese Vorrichtungen ohne Zweifel sind, wird man durch ein Paar Riffelwalzen von höchstens 2 Zoll Durchmesser ohne weitere Vorkehrung ersetzen können, unter Beibehaltung des elastischen Kammes, welcher das Material den Zähnen der Reißtrommel vorhält. Die Geschwindigkeit solcher Walzen müßte man im gegenwärtigen Falle so anordnen, daß ihr Umfang sich mit 34 bis 35 Zoll in der Minute bewegte. Daß die Einführung

der Lumpen durch Walzen nicht schrittweise, sondern ununterbrochen geschieht, hat auf den Erfolg der Zerfaserung keinen Einfluß, weil sie dennoch stets festgehalten werden.

Weiter unten wird Gelegenheit sein, über Lumpenwölfe einfacherer Konstruktion Einiges anzuführen, da diese eine große Aehnlichkeit mit dem alsdann zu beschreibenden Wolfe zum Auflockern der von den Schafen geschorenen Wolle haben.

Wenn man die zu verarbeitenden Lumpen in Wasser einweicht und naß, ja im Wasser selbst liegend, zerfasert, so geht das Auseinanderziehen der Wollhaare leichter von Statten, und dieselben werden vielleicht weniger zerrissen. Es ist dabei zweckmäßig, das Wasser durch Dampf warm zu halten. Der Lumpenwolf erhält dann in seiner allgemeinen Bauart völlig die Beschaffenheit des Holländers der Papierfabriken (Bd. X. S. 460); jedoch wird die Walze nicht mit Schienen beschlagen, sondern mit stählernen Reißzähnen oder Stacheln von der schon bekannten Art besetzt, und eben dergleichen befinden sich im Grundwerke unter der Walze. Der fortgesetzte langsame Wasserwechsel im Kasten der Maschine bewirkt eine sehr vortheilhafte gründliche Waschung des Materials. Besonders in Frankreich hat man vielfältig diesen Weg zur Darstellung der Lumpenwolle eingeschlagen. — Eine mit kleinen skizzirten Zeichnungen begleitete Uebersicht sehr verschiedenartiger Maschinen zur Darstellung der Lumpenwolle befindet sich in Le Génie industriel, par Armengaud frères, Tome I. Paris 1851, p. 366—376.

## 2. Reinigung und Vorbereitungsarbeiten in den Fabriken.

Wir fassen unter dieser Ueberschrift das Waschen der Wolle, das Färben derselben, die mechanische Auflockerung durch den Wolf, und das Fetten zusammen.

### a) Das Waschen (die Fabrikwäsche).

Durch die auf dem Körper der Schafe mit kaltem Wasser vorgenommene Wäsche, von welcher eben die Rede gewesen ist, werden zwar die erdigen und staubartigen Schmutztheile von derselben weggenommen, welche gewöhnlich in sehr großer Menge, und zwar gerade bei den feinen Sorten besonders reichlich,

daran sitzen; auch geht mit diesen zugleich ein gewisser Theil des eingetrockneten Thierschweißes ab, welcher die Wolle gelblich aussehen macht, ihr einen eigenthümlichen Geruch und einen höhern oder geringeren Grad von Klebrigkeit verleiht: aber der bedeutendere Antheil des Schweißes, so wie das Wollfett, befindet sich noch in der Wolle, wenn diese in die Fabriken übergeht. Die erste Arbeit, welche hier vorzunehmen ist, besteht demnach in dem Entschweißen oder Entfetten, welches das Ziel der sogenannten Fabrikwäsche ist. Man verarbeitet zwar zu geringen Waaren nicht selten die Wolle ohne vorangegangene Entschweißung, indem man darauf rechnet, daß beim später folgenden Auswaschen und Walken des Gewebes der Schweiß mit fortgeschafft werde; allein diese Sparsamkeitsmaßregel verdient vom Standpunkte der technischen Kritik keine Empfehlung, da die beabsichtigte Reinigung leicht unvollkommen und dann das Fabrikat tadelhaft bleibt.

Der Schweiß ist zwar eine im kalten Wasser auflösliche Substanz (nach Vauquelin's Untersuchung soll er zum größten Theil aus einer Kali-Fettseife bestehen, außerdem kohlensaures und essigsaures Kali, Chlorkalium, ein nicht näher bestimmtes Kalksalz nebst einem riechenden Stoffe enthalten); allein für die Praxis genügt die Anwendung reinen und ungewärmten Wassers dennoch nicht, weil hiermit die Entschweißung zu langsam von Statten geht. Man gebraucht daher entweder eine schwache und mäßig erwärmte alkalische Flüssigkeit; oder warmes Wasser, welches schon etwas Wollschweiß aufgelöst enthält, weil es damit besser wirkt als in reinem Zustande: die erstere Methode ist in Deutschland allgemein, die letztere in Frankreich üblich.

Die Menge des in der Wolle enthaltenen Schweißes ist, wie man leicht erachten kann, schon von Natur sehr verschieden; eben so ungleich ist der Antheil desselben, welcher bei der Pelzwäsche abgeht, da diese bald mehr bald weniger sorgfältig und kräftig ausgeführt wird. Nebst dem Schweiße befindet sich in der Wolle auch eine nicht unbeträchtliche Menge Fett, welches durch reines Wasser (kalt oder warm) gar nicht beseitigt wird, dessen gänzliche Entfernung übrigens — wenn auch ein großer Theil davon mit dem Schweiße bei der Fabrikwäsche weggeht —

nicht ein Mal zweckmäßig sein würde, weil ein gewisser (durchschnittlich auf etwa 3 Procent sich herausstellender) Rückhalt dieses natürlichen Fettes der Wolle eine größere Weichheit und Geschmeidigkeit bewahrt. Chevreul hat eine Probe rohe Merinowolle (die vorläufig bei der Siedhitze des Wassers getrocknet war) untersucht und in 100 Theilen derselben gefunden:

| | |
|---|---|
| Erdigen Schmutz, durch Waschen mit kaltem Wasser zu entfernen . . . . . . . . . . . . | 26 . 06 |
| Schweiß, im kalten Waschwasser aufgelöst . . . . | 32 . 74 |
| Fett von zweierlei Art (das eine butterartig, das andere ölartig flüssig) . . . . . . . . . . | 8 . 57 |
| Erdiger Schmutz, durch das Fett auf dem Haare befestigt, daher nur mit dem Fette selbst abgehend | 1 . 40 |
| Völlig reines Wollhaar . . . . . . . . . . . | 31 . 23 |
| | 100 . 00 |

Nimmt man Beispiels halber an, von solcher Wolle hätte die Pelzwäsche an Schmutz und Schweiß zusammen 40 Prozent des Rohgewichts weggenommen, und betrachtet man zugleich die Wolle in natürlich lufttrockenem Zustande, wo sie etwa 10 Prozent Feuchtigkeit enthalten möchte, so bekommt man folgendes Resultat:

| | | in 100 Theilen |
|---|---|---|
| Rest an Schweiß . . . . . | 18.80 — | 29.6 |
| Fett mit einer Spur Schmutz | 9.97 — | 15.7 |
| Lufttrockene reine Wolle . . | 34.70 — | 54.7 |
| | 63.47 — | 100.0 |

In Folge einer vollkommenen Fabrikwäsche würden alsdann etwa 42 Prozent abgegangen und 58 Proz. gewaschener Wolle übrig geblieben sein (aus 100 Pfund der rohen noch mit dem erdigen Schmutze behafteten Wolle etwa 36 Pfund).

Lassaigne zog aus mehreren Sorten ungewaschener Wolle (von im Stalle gefütterten Schafen, daher wohl ziemlich rein) durch Schwefeläther das Fett aus, und bestimmte dessen Menge in 100 Theilen Wolle wie folgt:

| | |
|---|---|
| Merino-Widder mit sehr feiner (seidenartiger) Wolle | |
| vom Schulterblatte . . . . . . . . . . . . . | 24 . 25 |
| » Rücken . . . . . . . . . . . . . . . | 27 . 97 |
| » Bauche . . . . . . . . . . . . . . . | 12 . 58 |

Merino-Lamm . . . . . . . . . . . . . . . . 11.49
Widder von der langwolligen englischen Dishley-Raße 6.93
Widder von der kurzwolligen englischen Southdown-Raße . . . . . . . . . . . . . . . . . 6.80

Leider fehlen die korrespondirenden Angaben über die Menge des im Wasser löslichen Schweißes.

Folgende Resultate erhielt Faist bei Untersuchung verschiedener Sorten Merinowolle, und zwar 1) Roh, d. i. ungewaschen, lufttrocken: a) aus der Hohenheimer Schäferei, mit minder reichlichem, löslicherem Schweiße; b) eben daher, mit reichlichem, klebrigem Schweiß; 2) nach vorausgegangener Pelzwäsche, lufttrocken: c) von Hohenheim, mit leicht löslichem Schweiß; d) eben daher, mit schwer löslichem Schweiß; e) aus Ungarn, ausgezeichnet durch Weichheit; f) aus Würtemberg, weniger weich.

| | 1. | | 2. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | a) | b) | c) | d) | e) | f) |
| Sand, Thon u. andere in verdünnter Salzsäure nicht lösliche Unreinigkeiten . . . . . . | 5.5— | 15.1— | — — | — — | — — | — |
| Eisenoxyd . . . . . | 0.4— | 0.6— | 0.20— | 0.2— | 0.3— | 0.3 |
| Kohlensaurer Kalk | 0.4— | 1.1— | 0.74— | 1.1— | 0.7— | 0.9 |
| Fettsubst. (Schweiß und Wollfett) . . | 44.3— | 47.7— | 21.00— | 40.0— | 27.0— | 16.6 |
| Reines Wollhaar . | 38.0— | 28.5— | 72.00— | 56.0— | 64.8— | 77.7 |
| Feuchtigkeit, die der lufttrocken. Wolle noch inwohnte . . | 11.4— | 7.0— | 6.06— | 2.7— | 7.2— | 4.5 |
| Summe | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Prozente reiner lufttrockenen Wolle . | 49.4 | 35.5 | 78.06 | 58.7 | 72 | 82.2 |

Die alkalischen Flüssigkeiten, welche man zum Waschen der Wolle benutzt, sind: Seifenwasser (wobei auf 100 Pfund Wolle 5 bis 10 Pfd. Seife aufgehen), oder eine schwache Soda-Auflösung (5 Pfd. krystallisirte Soda auf 100 Pfd. Wolle), oder gefaulter Urin mit Wasser verdünnt. Das letztgenannte Mittel ist am gebräuchlichsten. Der Urin wird in den Tuchfabriken

selbst gesammelt oder nach Bedarf zugekauft, und ist brauchbar, nachdem er in leicht zugedeckten vor Regen geschützten Tonnen die Fäulniß erlitten hat, bei welcher sich ein bedeutender Gehalt von kohlensaurem Ammoniak erzeugt. Man vermischt ihn mit dem gleichen, zuweilen auch dem doppelten oder dreifachen Maße Wasser, und wendet ihn erwärmt (40 bis höchstens 60° R.) an. Zu diesem Behufe wird das Urinbad in einem eingemauerten kupfernen Kessel durch darunter brennendes Feuer, oder in einem hölzernen Kübel durch ein Dampfrohr warm erhalten. Bei Dampfheitzung ist die Regulirung der Temperatur leichter; arbeitet man mit einem Kessel, so thut man gut, einen zweiten Kessel zur Seite zu haben, in welchem eine gleiche Urinmischung auf niedrigerem Wärmegrade erhalten wird, damit hiervon in den Hauptkessel übergeschöpft und einer dort etwa eingetretenen Ueberheitzung sogleich gesteuert werden kann. In einen Kessel von 3 Fuß Tiefe und 4½ Fuß Weite gibt man 9 bis 10 Pfund Wolle, bearbeitet sie unter der warmen Flüssigkeit behutsam 10 bis 15 Minuten lang mit einem Rechen, nimmt sie dann heraus und läßt sie abtropfen, während man sogleich frische Wolle einbringt und die Arbeit ununterbrochen fortsetzt. Zu langes Verweilen in dem Bade macht die Wolle, welche dann alles ihr natürliche Fett fahren läßt, rauh und hart. Um das Herausnehmen zu erleichtern, kann man die Wolle locker in einen etwas weitschichtig geflochtenen Korb oder in einen mit hölzernem Reif versehenen Netzbeutel geben, welcher an einer über Rollen geleiteten Schnur aufgezogen und niedergelassen wird. Von Zeit zu Zeit frischt man das Bad durch Hinzufügung einiger Eimer voll Urin auf. In einem Tage von 10 bis 11 Arbeitsstunden kann Ein Mann 300 bis 350 Pfund Wolle auf diese Art entschweißen.

Mittelst Seifenwasser oder Soda-Auflösung geschieht das Entschweißen ganz auf die nämliche Weise. Man hat einen Absud der weißen Seifenwurzel (der nämlichen, welche zur Pelzwäsche der Schafe empfohlen worden ist, S. 15) als Entschweißungsmittel versucht, aber weniger wirksam als Urin befunden. Dagegen soll die vereinigte Anwendung von Seifenwurzel und Urin zum Waschen sogenannter F e t t w o l l e (Wolle,

die auf dem Pelze gar nicht oder sehr schlecht gewaschen wurde, also in der Fabrik gleichsam beide Arten Wäsche zugleich empfangen muß) sehr zweckmäßig sein. Man kocht zu diesem Ende 1 Pfund zerkleinerte Seifenwurzel mit 90 Pfd. Wasser ab, setzt zu dem Absude ferner 300 Pfund Wasser, und gebraucht ihn, mit mehr oder weniger Urin vermischt, bei einer Temperatur von ungefähr 45° R.

Eine so schwache alkalische Flüssigkeit, wie das in den vorstehenden Fällen angewendete Urin-, Seifen- oder Soda-Bad ist, kann nicht das Fett der Wolle verseifen und dadurch auflöslich machen; die Fortschaffung des Fettes (von dem, wie schon erwähnt, der größte Theil mit dem Schweiße zugleich abgeht) beruht vielmehr darauf, daß dasselbe sich fein zertheilt mechanisch mit der Flüssigkeit mengt und eine sogenannte Emulsion bildet. Warmes Wasser, in welchem eine gewisse Menge Wollschweiß aufgelöst ist, bringt dieselbe Wirkung hervor, und kann demnach ohne Zusatz von Seife, Soda oder Urin zur Fabrikwäsche dienen. Die Art, wie man hierbei in Frankreich verfährt, ist folgende: Man bringt in einen Kübel Wasser, welches auf 36 bis 40° R. erwärmt worden ist, weicht darin ungewaschene ordinäre Wolle ein, und läßt sie 18 bis 24 Stunden lang so liegen ohne sie zu bewegen. Es löst sich hierbei Wollschweiß in dem Wasser auf, und man erhält eine Flüssigkeit, welche das Mittel zum Entschweißen und Entfetten anderer Wolle ist. Dieses schweißhaltige Wasser gibt man in hölzerne Kufen, und erwärmt es durch Zusatz reinen heißen Wassers auf 30 bis 45° R., überhaupt desto stärker, je schweißreicher die zu behandelnde Wolle ist. Letztere wird dann in kleinen Portionen hineingebracht und mit hölzernen Gabeln oder glatten Stäbchen vorsichtig bewegt, um sie aufzulockern und das Eindringen des Bades zu befördern. Nach 10 bis 15 Minuten höchstens ist sie vollständig entschweißt; man holt sie in Flocken von 4 bis 6 Loth Gewicht nach und nach heraus, füllt sie in Weidenkörbe, und läßt diese über den Kufen hängend einige Augenblicke abtropfen, um nicht zu viel von der schweißhaltigen Flüssigkeit zu verlieren.

Wenn die Wolle auf irgend eine der bisher angeführten Arten entschweißt ist, so muß sie ohne Verzug (— meistens

wartet man jedoch bis sie abgekühlt ist und Einige sehen dieß als unerläßlich an, damit nachher die Wolle sich gut und leicht färbt —) mit reichlichem reinem Wasser gespült oder gewaschen werden, um alle aufgeweichten Schweiß- und Schmutztheile wegzuführen. Dieses Spülen, welches den zweiten Theil der Fabrikwäsche ausmacht, geschieht auf sehr verschiedene Arten. Am einfachsten ist es, die Wolle in weitläufig geflochtene Weidenkörbe oder in durchlöcherte hölzerne Kästen zu geben, welche man in fließendes Wasser taucht und darin so lange als nöthig verweilen läßt, während man mit einem Stabe oder Rechen den Inhalt bewegt und auflockert. Man gebraucht auch Kästen, welche aus glatt gehobelten Stäben mit Zwischenräumen zusammengesetzt sind. In einem Kasten von 2½ Fuß Tiefe, 3½ bis 4 Fuß Länge und 2 Fuß Breite bringt man etwa 2 Pfund Wolle. Zwei Männer, welchen ein Knabe zur Hülfe beigegeben ist, können in einem Arbeitstage von 12 Stunden 250 Pfund entschweißte Wolle waschen. Einige englische Fabriken bedienen sich des Verfahrens, die Wolle auf einem Lattengitter liegend durch einen aus hochgestelltem Behälter darauf fallenden starken Wasserstrahl auszuspülen, wobei sie gar nicht umgerührt, also auch das Ineinanderwirren und die theilweise Verfilzung (welche bei Behandlung mit Rechen wohl entsteht) vermieden wird. Endlich gebraucht man auch **Waschmaschinen** von verschiedener Konstruktion. Eine solche, von dem Tuchfabrikanten **Sehlmacher** in Berlin erfundene Maschine ist auf Taf. 460, Fig. 4 im senkrechten Längendurchschnitte, Fig. 5 im Grundrisse, Fig. 6 im Querdurchschnitte abgebildet, und sowohl wegen ihrer guten Wirkung als wegen ihrer Einfachheit empfehlenswerth. Der Behälter für die Wolle stellt einen aus Bohlen zusammengesetzten wasserdichten Kasten a dar, dessen zwei lange Seitenwände ganz gerade sind, während die kürzeren oder Querwände mit Viertelkreisrundungen sich an den flachen Boden anschließen (s. Fig. 4). Die Bohlen, woraus diese Querwände und der Boden bestehen, sind in Nuthen der Seitenwände eingelassen, und das Ganze wird durch vier lange eiserne Bolzen e, e, e, e (Fig. 4, 5) fest zusammengehalten. Der Kasten enthält während des Waschens nur 6 Zoll hoch Wasser, welches jedoch fort-

während erneuert wird. Der Zufluß findet aus dem Hahne eines höher stehenden Behälters Statt, von wo das Wasser auf das schräge Brett b und durch dessen Löcher gehörig vertheilt in den Kasten fällt. Gegenüber findet aus einer die ganze Kastenbreite einnehmenden, vergitterten Oeffnung p der Abfluß Statt. Das von hier in einen eingefaßten Raum t gelangende Wasser läuft durch ein Gerinne u (Fig. 5) fort. Eine zweite, im Boden befindliche, gleichfalls mit Gitter versehene, Oeffnung o dient zu gänzlicher Entleerung des Kastens, und bleibt für gewöhnlich mittelst eines an Charnieren beweglichen Klappdeckels y verschlossen, zu dessen Regierung die eiserne Stange q r dient. Man gibt in den Waschkasten 2 bis 2½ Pfund Wolle, und läßt sie von dem mit 11 Stöcken d besetzten Rechen c bearbeiten, der durch zwei an ihm befestigte Zugarme h, h seine Bewegung empfängt. f ist die Riemenscheibe, von welcher der Betrieb ausgeht; ihre eiserne Achse bildet einen großen Krummzapfen g, in welchem die Arme h, h hängen. Indem nun Letztere zugleich in Einschnitten des Kastenrandes s aufliegen, entsteht ein krummliniger, in sich selbst zurückkehrender Weg für die Spitzen der Rechenstöcke d, ungefähr wie v w x, Fig. 4. Man erkennt hier, daß die Stöcke von v aus schräg abwärts gehend in das Wasser tauchen, über w hinaus fast senkrecht aufsteigen, und den Rückgang von x bis v außerhalb des Wassers vollbringen. Auf diese Weise wird die Bewegung eines Handrechens nachgeahmt und die Wolle am wenigsten durcheinander gewirrt. Das Anlassen und Abstellen der Maschine bei ununterbrochener Umdrehung der Riemenscheibe f bewerkstelligt man vermittelst einer Kuppelung von bekannter Einrichtung. An der (lose auf ihrer Achse steckenden) Scheibe sitzen nämlich zwei Klauen n, welche sich gegen die Klauen oder Vorsprünge der auf der Achse verschiebbaren Kuppelungshülse m lehnen und diese so wie die Achse selbst mit herumnehmen, sobald m eingerückt ist; dagegen die Maschine in Ruhe lassen, wenn m so steht wie Fig. 5 anzeigt. Der eiserne Ausrückungshebel i l hat seinen Drehpunkt in k, umfaßt gabelartig den Hals der Hülse m, und greift mit zwei Zapfen oder Zähnen in denselben ein, um die Schiebung zu bewirken, ohne der Drehung hinderlich zu sein. Wenn die Scheibe f mit der Krumm-

zapfenwelle 70 Drehungen in der Minute macht, so ist eine Füllung des Kastens a binnen 6 Minuten schön und rein ausgewaschen, und es können im Laufe eines gewöhnlichen Arbeitstages ungefähr 200 Pfund Wolle behandelt werden.

Für sehr große Fabriken eignet sich die Waschmaschine von Pion und Malteau in Elbeuf, welche in Publication industrielle des Machines etc. par Armengaud aîné, Tome IV., Paris 1845, S. 137, beschrieben und abgebildet ist. Sie enthält zur Aufnahme der Wolle einen 18 Fuß langen, $3^1/_2$ Fuß breiten, 16 bis 17 Zoll tiefen Kasten, welcher aus hölzernen Stäben mit großen Zwischenräumen zusammengesetzt, mit Drahtgitter beschlagen und zu drei Viertel seiner Höhe in fließendem Wasser untergetaucht ist. An einem Ende dieses Kastens wird die Wolle, eine Hand voll nach der andern, eingeworfen, sogleich von einer unter dem Wasser sich umdrehenden, mit sechs Flügeln besetzten Welle gefaßt, untergetaucht und durchnäßt. Drei eiserne dreizackige Gabeln, welche in das Wasser bis fast auf den Boden des Kastens hineinstechen, unter dem Wasser eine kleine Strecke fortschreiten, dann sich erheben, um auf ihren ersten Standpunkt zurückzukehren und die gleiche Bewegung stetig zu wiederholen, schieben die Wolle der Länge des Kastens nach fort, und überlassen sie an ein Paar mit ähnlicher Bewegung arbeitende Rührstäbe. Sodann folgt eine horizontale quer durch den Kasten laufende Welle, welche ringsum und ihrer ganzen Länge nach mit 15 Zoll langen starken Eisendrähten besetzt ist und vermittelst dieser, da sie selbst sich langsam umdreht, die Wolle zerzauset und auflockert. Die ferneren, den schon erwähnten in Gestalt und Wirkung gleichenden, Vorrichtungen sind der Reihe nach: zwei Rührstäbe, drei andere solche Stäbe, wieder eine mit Drähten besetzte Welle, zwei dreizackige Gabeln, endlich nochmals drei Rührstäbe. Indem vermittelst dieser Apparate die Wolle durchgearbeitet und in der Längenrichtung des Waschkastens fortgeführt wird, geht sie der Richtung des Stromes entgegen, tritt also jeden Augenblick in frisches reines Wasser. Am andern Ende des Kastens angekommen, wird sie von einer mit eisernen Stacheln besetzten Kette ohne Ende aus dem Wasser gezogen, in die Höhe geschafft und schließlich in Körbe abgeladen. Von eini=

gen Personen bedient, wäscht diese Maschine 50 bis 55 Wiener Pfund Wolle in 8 Minuten rein; wegen der unvermeidlichen Störungen durch Zufälle, Reinigung des Waschkastens rc. sind aber auf eine Stunde nur 270 Pfund, oder auf einen Tag von 10 bis 11 wirklichen Arbeitsstunden ungefähr 2700 Pfund, zu rechnen. Der Betrieb erfordert kaum mehr als Eine Pferdekraft der Dampfmaschine.

Drei verschiedene Wollwaschmaschinen mit auf ganz anderen Prinzipien beruhenden Einrichtungen, über deren Zweckmäßigkeit jedoch keine Erfahrungen vorliegen, sind von Partridge in England erfunden und 1842 patentirt worden (s. Hülsse's polytechnisches Centralblatt, 1843, Bd. 2, S. 248; Dingler's polytechnisches Journal, Bd. 89, S. 206).

Wenn das Waschwasser ganz klar von der Wolle abläuft, ist letztere hinlänglich rein; man legt sie dann zum Abtropfen auf geneigte, aus glatten Brettern zusammengesetzte, mit vielen Löchern durchbohrte Gerüste, und endlich zum Trocknen auf Lattengitter oder Bindfadennetze. Das Trocknen kann an freier Luft oder in geheitzten Räumen geschehen, doch darf dabei niemals eine zu hohe Temperatur angewendet werden, weil dadurch die Wolle hart und rauh (barsch oder stroff) wird; im Freien ist schon der heiße Sonnenschein im Sommer nachtheilig, und man wählt deshalb entweder einen schattigen Ort, oder deckt die Wolle mit Weidengeflechten zu, um die Einwirkung der Sonne zu mäßigen. Daß Staub sorgfältig abgehalten werden müsse, bedarf kaum der Erwähnung.

Zur Beschleunigung des Trocknens trägt es sehr wesentlich bei, wenn man vorher eine weit größere Menge Wasser, als bei dem beschriebenen einfachen Verfahren freiwillig aus der Wolle abläuft, durch ein der Wolle keine Gewalt anthuendes mechanisches Mittel entfernt. Dieß wird durch den Gebrauch der Zentrifugal-Trockenmaschine erreicht, deren Haupttheil ein äußerst schnell um seine Achse gedrehter, mit vielen kleinen Oeffnungen versehener Behälter ist. Wird die nasse Wolle in diesen Behälter gegeben und nur kurze Zeit in demselben gelassen, so treibt die Zentrifugalkraft fast alles Wasser durch die Oeffnungen heraus, und die schließliche Trocknung an der Luft ist sehr

schnell beendigt. Unter den verschiedenen bekannt gewordenen und im Besondern für Wolle berechneten Konstruktionen der Trockenmaschine mag beispielweise die von dem Fabrikanten Offermann zu Beckermühle bei Sorau mitgetheilt werden.

Fig. 7 (Taf. 460) ist der Längenaufriß, theilweise als senkrechter Durchschnitt dargestellt; Fig. 8 eine Endansicht, in welcher ein Theil des Lagerriegels q und des Zapfenlagers b herausgebrochen erscheint, um dahinter liegende Theile sichtbar zu machen; Fig. 9 ein senkrechter Querdurchschnitt. Auf einem starken, solid durch Querriegel, eiserne Anker und Bolzen verbundenen, in dem Fußboden befestigten und gegen die Decke verspreitzten Holzgestelle liegt eine horizontale vierkantige eiserne Welle a in zwei Lagern b, welche auf Riegeln q mittelst Bolzen befestigt sind. An einem Ende der Welle sitzen die Riemenscheiben c (feste und lose Scheibe); innerhalb des Gestells trägt dieselbe zwei kreisrunde hölzerne Scheiben d, welche beide gegen die Mitte einen Kreis von zwölf runden Löchern p enthalten. Da, wo die Welle durch die Scheiben geht, sind diese äußerlich und innerlich mit Eisenplatten belegt, wie am rechten Ende von p durch die Schraffirung, und in Fig. 8 durch den Kreis innerhalb der Löcher p ausgedrückt ist. Zwischen den Scheiben d umgibt ein an diesen befestigter Weißblech-Zylinder f die Welle; dieser Zylinder, dem noch überdieß eine mit vier großen Löchern versehene Scheibe e (Fig. 7, 9) zur Stützung dient, enthält in seinem Mantel allenthalben Löcher von etwa ein Achtelzoll Durchmesser. gg bedeutet einen größern Zylinder von Kupferblech, welcher mit vier eisernen Reifen k umgeben, und vermöge der beiden äußersten Reife auf dem Rande der Scheiben d befestigt ist: auch dieser Zylinder ist durchlöchert; aber seine Löcher, welche ein Viertelzoll von einander entfernt stehen, sind nur ein Zwanzigstel bis ein Sechzehntel Zoll groß. Nahe den Enden des großen Zylinders sind in demselben zwei ebenfalls in der angedeuteten Weise durchlöcherte Thüren wie h (Fig. 7, 9) angebracht, welche an beiden Seiten in Charnieren i, i hängen; der eiserne Draht des einen Charniers ragt bei l in Hakengestalt hervor, kann hier angefaßt und herausgezogen werden, wonach die Thür um das andere Charnier sich bewegen und öffnen läßt.

Diese eigenthümliche Verschließungsart (durch ein Charnier) ist gewählt, damit die Thüren bei dem außerordentlich raschen Umschwunge des Zylinders nicht aufspringen. Um die durch Anbringung der Thüren hervorgehende einseitige Beschwerung auszugleichen, muß man auf der entgegengesetzten Seite eine entsprechende Menge Blei in die Holzscheiben d gießen. Durch die Thüren h wird der Raum zwischen dem Zylinder f und dem Zylinder g mit der nassen, vorher 24 Stunden lang in Körben zum Abtropfen hingestellten, Wolle gut ausgefüllt (er faßt davon ungefähr 40 Pfund); und nach dem Wiederverschließen derselben setzt man die Maschine in Gang. Sie macht 1000 Umdrehungen in 1 Minute, und entwässert binnen 10 oder 12 Minuten die Wolle so sehr, daß bei vollständiger Füllung des Wollraumes gegen 20 Pfund Wasser durch den siebartigen Zylinder g herausgespritzt werden. Ein Dach m, zwei Seitenwände o, o (Fig. 9) und ein rinnenartig etwas geneigter Boden n hindern die Verbreitung dieses Wassers, welches sonach durch n abläuft. Eine gewisse Menge Wasser verdunstet auch während des Ganges der Maschine, vermöge des Luftzuges, welcher, durch die schnelle Bewegung erzeugt, zu den Endöffnungen p des Zylinders f eintritt, mittelst der Löcher in dem Mantel dieses Zylinders in die Wolle gelangt und durch die zahlreichen Löcher des äußeren Zylinders g mit dem flüssigen Wasser zugleich austritt. Die aus der Maschine genommene Wolle, welche wie angegeben etwa die Hälfte ihres Gewichts verloren hat, fühlt sich noch naß an, erlangt aber nachher im geheitzten Trockenhause binnen 8 bis 12 Stunden den zur Verarbeitung erforderlichen Grad von Trockenheit; wogegen zum Trocknen derselben Menge Wolle, falls sie direkt aus den Körben ins Trockenhaus gebracht wird, ungefähr 72 Stunden nöthig sind. Ließe man die Maschine statt 1000 Umläufe in der Minute 1200 oder 1500 machen, so könnte die Wolle noch besser entwässert werden; das Gestell müßte aber dann bedeutend stärker, als in den Zeichnungen angegeben, gebaut sein.

Von den Maschinenbauern G ö t z e u n d K o m p. in Chemnitz wird eine der Offermann'schen sehr ähnliche Art Zentrifugaltrockenmaschine gebaut, deren Beschreibung und Abbildung im

Gewerbeblatt für Sachsen, Jahrgang 1843, S. 597, und in Dinglers polytechn. Journal, Bd. 91, S. 184, zu finden ist. Ihre Siebtrommel (entsprechend dem Zylinder g bei Offermann's Maschine) hat 21 Wiener Zoll im Durchmesser und eben so viel in der Länge, ist innerlich durch radiale Blechwände in vier Gemächer abgetheilt, und enthält die Thüren zum Füllen und Entleeren nicht im Mantel, sondern im Boden. Der innere Blechzylinder ist weggelassen, und die Luft tritt nur durch eine ringförmige Oeffnung in dem Boden der Trommel ein. Es wird angegeben, daß bei 600 Umdrehungen in 1 Minute die Wolle innerhalb 5 bis 10 Minuten genugsam entwässert werde, um sodann — an der Luft ausgebreitet — binnen einer (?) Stunde gänzlich zu trocknen.

Die durch Gropius angegebene Trockenmaschine, von den beiden vorstehend angeführten in mehreren Beziehungen verschieden, ist in Hülsse's polytechnisch. Centralblatt, 1843, Bd. 1, S. 385, und Dingler's polytechn Journal, Bd. 88, S. 446, beschrieben und abgebildet.

Hundert Pfund käufliche (auf dem Körper der Schafe schon mit kaltem Wasser gewaschene) Wolle verlieren durch die Fabrikwäsche 17 bis 40 Pf., hinterlassen demnach 60 bis 83 Pf. rein gewaschene und wieder lufttrockene Wolle. Am öftesten beträgt der Verlust 20 bis 30 Prozent. Im Allgemeinen ist er bei feinen Wollen größer als bei groben, weil Erstere nicht nur an sich mehr Gesammtoberfläche zur Anhaftung der Schweißtheile darbieten, sondern auch auf dem Pelze dichter zu stehen pflegen und demnach eine verhältnißmäßig stärkere Kondensation der Körperausdünstung veranlassen. Wird ganz rohe Wolle, ohne vorausgegangene Pelzwäsche, unmittelbar der Fabrikwäsche unterzogen, so steigt der Gewichtsabgang nach Umständen auf 40 bis 66 und zuweilen selbst an 80 Prozent.

### b) Das Färben der Wolle.

In gewissen Fällen wird die Wolle vor dem Verspinnen gefärbt, und alsdann ist das Färben die zunächst auf das Waschen folgende Operation. Um nicht in der Folge mehrmals auf die Wollfärberei zurückkommen zu müssen, sey gleich hier in kurzer Uebersicht alles dahin Gehörige zusammengestellt.

Die Färbung findet überhaupt Statt: entweder 1) in der Wolle, oder 2) im Garn, oder 3) im Gewebe.

1) Die ungesponnene (nur erst gewaschene) Wolle zu färben, ist ein Verfahren, welches dort, wo es angewendet werden kann, den Vorzug vor allen anderen Methoden verdient, weil dabei jedes Wollhaar einzeln die Gelegenheit hat, so viel Farbstoff aufzunehmen als es kann, auf diese Weise also die sattesten und haltbarsten Farben entstehen. Indessen gibt es nicht sehr viele Farben, welche alle nachfolgenden Operationen der Spinnerei, sowie das Auswaschen und Walken der Gewebe ohne Benachtheiligung durchmachen können. Ueberdieß ist der Vortheil größerer Haltbarkeit, welcher den in der Wolle gegebenen Farben zukommt, hauptsächlich nur an solchen Stoffen, welche beim Gebrauche sehr stark in Anspruch genommen werden, von so überwiegender Bedeutung, daß man sich die höhern Kosten des Färbens (den größern Aufwand von Farbstoffen) gerne gefallen läßt. Diese Methode der Färberei findet deshalb regelmäßig allein in der Fabrikation des Tuches, wie der dem Tuche am nächsten verwandten Waaren ihre Anwendung, und liefert hier die sogenannten wollfarbigen oder in der Wolle gefärbten Tuche, Friese &c. Unvermeidlich ist die Färberei in der Wolle jedenfalls, wenn durch Verarbeitung eines Gemenges verschiedenfarbiger Wollen melirte Stoffe hervorgebracht werden sollen.

2. Das Färben der Gespinnste (Garne) findet in der Tuchfabrikation gar nie statt, ist dagegen bei den kammwollenen Garnen zum Sticken, zum Stricken, zum Gebrauch der Bordenwirker &c., ferner bei der Fabrikation gestreifter, überhaupt aus verschiedenfarbigen (Streich- oder Kamm-) Garnen zusammengesetzter Gewebe, nothwendig und allgemein üblich.

3. Die Färbung im Gewebe (im Stück) kommt bei allen Gattungen wollener Fabrikate außerordentlich häufig vor, sofern nur der Stoff einfarbig verlangt wird; viele helle und feine Farben lassen sich, weil sie zu empfindlich sind, um nachheriges Waschen oder Walken mit Seife u. dgl. zu gestatten, nur auf diesem Wege geben. In Betreff des Tuches ist hier wieder ein Unterschied zu machen zwischen dem Färben im Loden und dem Färben im Tuch. Loden heißt die Waare in

dem Zustande wie sie vom Webestuhl kommt, bevor sie die Verfilzung durch die Walke erlitten hat; wird sie auf dieser Stufe der Bearbeitung (nur vorläufig ausgewaschen) gefärbt, so entsteht was man lodenfarbiges oder im Loden gefärbtes Tuch nennt. Erfolgt hingegen die Färbung nach dem Walken zum Theil selbst erst nach dem Scheeren, so heißt das Fabrikat tuchfarbiges, im Tuche oder im Stück gefärbtes Tuch. Die Lodenfärberei eignet sich nur für echte (sehr haltbare und unveränderliche) Farben, weil diese durch das Ueberstehen der Walke — wobei Seife und gefaulter Urin zur Anwendung kommen — gleichsam eine Probe ihrer Haltbarkeit ablegen; die im Stücke gefärbten Tuche zeigen sehr gewöhnlich den Fehler, daß sie durch Abstoßen beim Tragen der Kleider die Farbe — besonders an Rändern und Kanten — mehr oder weniger verlieren (Weißtragen), weil der Farbstoff in das durch die Walke stark verdichtete Innere unvollkommen eindringt, wie man meist schon daran erkennt, daß der Schnitt heller erscheint als die Oberfläche. Manche Farben, wie Scharlach, Karmesin u. a., müssen im Stück gefärbt werden, weil sie in der Walke verändert oder ganz verdorben werden würden; andere, und zwar vor Allen das Schwarz, aus dem Grunde, weil durch eine chemische Einwirkung des Färbeprozesses auf das Wollhaar in diesem die Fähigkeit zu filzen vermindert wird, wonach das Gewebe schlecht walkt.

Ueber das Verfahren bei der Wollfärberei geben die auf Färberei überhaupt bezüglichen Artikel der Encyklopädie Auskunft (s. Färbekunst, Blaufärben, Braunfärben, Gelbfärben, Grünfärben, Rothfärben, Schwarzfärben). Durch das Färben entsteht eine Gewichtszunahme, welche — je nach Feinheit der Wolle und Verschiedenheit des Stoffes wie der Farben — manchmal weniger 1 Prozent, öfters dagegen bis 12 Prozent beträgt.

### c) Das Wolfen.

Die gewaschene, oder gewaschene und gefärbte, Wolle erfordert als erste Stufe der nun eintretenden mechanischen Bearbeitung ein sorgfältiges Auflockern, nämlich Lösung der Haare von einan-

der und Zertheilung aller dichten Flocken oder Klümpchen; wobei zugleich die ihr noch anhängenden fremdartigen Körpertheile (Heu, Stroh, Kletten, Sand u. s. w.) beseitigt werden müssen. Diese Auflockerung und Reinigung wird mittelst einer Maschine bewerkstelligt, welche man den Wolf oder Reißwolf nennt, und mehr oder weniger durch Handarbeit — das Verlesen, Pflücken, Plüsen, Zupfen, Zausen — unterstützt.

Es ist immer gut, wenn auch nicht eben sehr gebräuchlich, zu allererst mit dem Verlesen vorzugehen, indem man von Arbeiterinnen die Wolle aufmerksam durchsehen, alle klumpigen oder dicht zusammenhängenden Theile zerpflücken, grobe Unreinigkeiten entfernen läßt. Wenn hierauf die Wolle ein Mal im Wolfe bearbeitet ist, wiederholt man das Verlesen. Allein nur bei sehr reinen Wollen oder ganz besonders guter Wirkung der Maschine wird mittelst einmaligen Wolfens ein genügender Grad von Lockerheit und Reinheit erreicht; sehr gewöhnlich kommt es daher vor, daß man zwei und selbst drei Mal wolfen muß: dann geschieht das Verlesen nur nach dem letzten Durchgange durch den Wolf.

Die Bauart und Größe des Wolfes unterliegt mancherlei Verschiedenheiten, welche sich im Wesentlichsten aus den nachfolgend beispielweise beschriebenen Konstruktionen ergeben werden.

Fig. 1 (Taf. 461) ist der senkrechte Durchschnitt eines englischen Wolfes kleinern Formats, Fig. 2 und 3 sind dazu gehörige Detailzeichnungen; rücksichtlich ausführlicherer Abbildungen kann auf die Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, Jahrg. 1834, S. 246, verwiesen werden. Auf die obere Fläche eines Tuches ohne Ende a a, welches über zwei hölzerne Walzen b, c gespannt ist, wird die Wolle in thunlichst gleichmäßiger Ausbreitung gelegt. Eine Person ist fortwährend mit diesem Vorlegen beschäftigt, da vermöge einer der Walze c ertheilten Umdrehung ein ununterbrochenes Einführen der Wolle in die Maschine Statt findet und somit jeden Augenblick neue leere Stellen des Tuches sich darbieten. Unmittelbar vor c liegen zwei durch Gewichte oder starke Federn gegen einander gepreßte Zuführwalzen, Speisewalzen d, e, welche die Wolle zwischen sich fassen und vermöge ihrer Achsendrehung sie nach dem Innern der Maschine fördern, wo sie von

den eisernen (besser stählernen) Stacheln oder Zähnen f, f, f einer schnell umlaufenden Trommel g zunächst aufgenommen wird. Die Speisewalzen sind glatt zylindrisch, d ist ganz von Eisen, e hingegen von Holz und nur auf eine vierkantige eiserne Achse aufgeschoben. Oft bringt man aber geriffelte Speisewalzen (Riffelwalzen) an, d. h. solche, welche ihrer ganzen Länge nach mit übereinstimmenden und in einander eingreifenden dreieckigen Kannelirungen versehen sind; in diesem Falle sind sie beide massiv von (gegossenem) Eisen, man gibt ihnen nicht über 2 Zoll Durchmesser, und einer jeden 20 bis 24 Kannelirungen. Die Beschaffenheit der Trommel g wird unter Beiziehung eines Grundrisses derselben, Fig. 2, näher zu erläutern sein. Sie besteht aus zwei, auf einer eisernen Achse befestigten, achtarmigen gußeisernen Rädern, auf deren glatten Kränzen u′ acht etwas schräg gegen die Achsenebene gelegte, 19 Zoll lange, hölzerne Riegel w′ festgeschraubt sind. In jeden der Riegel sind 42 pfriemenförmige Eisen- oder Stahlspitzen f, in zwei Reihen versetzt stehend, mittelst ihrer Angeln eingesetzt; der hervorragende Theil dieser Spitzen ist 1¼ bis 1½ Zoll lang und an der Basis ein Viertelzoll dick. Die Oeffnungen zwischen den Riegeln haben eine Bedeckung von zylindersegmentförmig gebogenen Eisenblechtafeln x′, die in Fig. 2 nur theilweise gezeichnet wurden, um ins Innere der Trommel sehen zu lassen. Hölzerne Kränze y′, y′, welche an den Riegeln, vor deren Hirn-Enden, befestigt sind, nehmen in einen auf der Außenfläche ihres innern Umkreises rund herum ausgearbeiteten Falz die Bretterböden auf, mit welchen die Trommel an beiden Enden verkleidet ist, um die Wolle von ihrem Innern abzuhalten.

Während nun bei dem Gange der Maschine die Speisewalzen d, e eine Portion Wolle einzuführen im Begriffe sind und dieselbe noch halten, ziehen die dicht an ihnen vorbeigehenden Spitzen oder Zähne f der Trommel jenen Theil der Haare, welcher schon so weit vorgeschritten ist, daß er nicht mehr direkt von den Walzen eingeklemmt wird, heraus, reißen ihn mit sich fort, setzen etwas davon an den ähnlichen, im Gestelle der Maschine unbeweglich stehenden, Zähnen bei i, k, l ab; nehmen dagegen andere schon hier befindliche Haare auf, und bewirken in dieser Weise ein Aus- und Durchkämmen der Wolle, vermöge dessen die-

selbe bedeutend aufgelockert wird. Die schweren Unreinigkeiten, welche hierbei sich absondern, fallen durch ein in Halbkreisform gebogenes Drahtgeflecht h, h, und sammeln sich unterhalb desselben auf dem Boden. Der obere Theil der Trommel ist von einem aus Brettern zusammengefügten Deckel n n n umgeben, welcher sowohl deren Rundung als auch die Endflächen bis an die Achse herab einschließt, und nur den Speisewalzen gegenüber eine Oeffnung o bildet: zu dieser fliegt die bearbeitete Wolle vermöge der Zentrifugalkraft und des von dem schnellen Umschwung der Trommel erzeugten Luftzuges heraus.

Das Gestell der Maschine besteht aus zwei Rahmstücken von Holz, c′, c′, welche durch die Querriegel d′, e′, f′ mit einander verbunden sind. Inwendig ist das Gestell mit dünnen Brettern m verkleidet; bei p p ist diese Verkleidung in Form einer Thür zusammengefügt, welche gegen die Leiste h′ anschlägt und zum Herausnehmen der Unreinigkeiten und Abgänge dient. Zur Unterstützung des schon erwähnten Drahtgitters h — welches zu jeder Seite auf einen Bohlenbogen wie k′ k′ aufgenagelt und durch die mit den Stacheln k, l versehenen Querhölzer u, v unterstützt, übrigens jedoch so konstruirt ist, daß es in dieser ganzen Verbindung leicht herausgenommen werden kann — sind innerhalb an den Bretterwänden m m zwei hölzerne Bogenstücke wie i′ i′ befestigt. Ueberdieß liegt das Gitter auch auf den Querbrettern l′ und m′ auf, und ist an denselben festgeschraubt. Das Gitter selbst besteht aus parallel laufenden geraden ziemlich starken Eisendrähten (etwa 14 Stück auf 3 Zoll Länge); acht dickere, im entsprechenden Bogen gekrümmte und jene rechtwinkelig kreuzende Drähte dienen zur Unterstützung und zum Binden mit dünnem Drahte. In jedem der Riegel u und v sind 21 in zwei Reihen versetzt stehende Stacheln k, l; dagegen enthält die doppelte versetzte Stachelreihe i, auf dem Gestellsriegel d, 68 Stacheln. Da die Stacheln der Trommel g mit ihren Spitzen ein klein wenig zwischen jene bei i, k und l eingreifen, so folgt von selbst die Nothwendigkeit, Letzteren eine solche Stellung zu geben, daß kein Zusammenstoßen möglich ist, vielmehr die Zwischenräume der Reihen i, k, l den Durchgang der Trommelstacheln gestatten; die wechselweise oder versetzte Anordnung der Reihen

)wonach in jeder Doppelreihe die Stacheln oder Zähne der einen Hälfte vor den Zwischenräumen der andern Hälfte ihren Platz haben) sichert ein tüchtiges Auskämmen der Wolle, während die schräge Richtung der Zahnreihen auf der Trommel — gegenüber den zur Trommelaxe parallelen übrigen (feststehenden) Zahnreihen — den Erfolg bewirkt, daß die Zähne der Trommel nicht alle gleichzeitig, sondern in regelmäßiger Aufeinanderfolge, vor einer bestimmten Reihe der unbeweglichen Zähne ankommen, mithin die Wolle weniger gewaltsam behandelt wird, und ein gleichmäßigerer Widerstand für die Arbeitskraft hervorgeht.

Aeußerlich am Gestelle ist nebst zwei Lagern wie d² für die Betriebswelle r auch der Vorlegtisch mittelst Schrauben befestigt. Dieser besteht aus zwei Seitenbrettern wie e², welche durch Riegel g², h² verbunden sind, und zur Lagerung der Treibwalze c und Spannwalze b des Zuführtuches a Gelegenheit geben. Die Lager der Walze b lassen sich verschieben, wodurch die gehörige Anspannung des Tuches erreicht wird. Zur Unterstützung des Tuches zwischen den Walzen dient das Brett i², welches zu jeder Seite eine vertikal in die Höhe stehende Wand k² hat, damit für die vorgelegte Wolle genau eine Fläche von solcher Breite angewiesen ist, wie sie der Länge der Zuführwalzen d, e und der Trommel g, überhaupt der arbeitenden Breite der Maschine, entspricht.

Die Bewegung des Wolfes wird durch einen Riemen hervorgebracht, welcher über eine in Fig. 1 nicht sichtbare, dagegen in Fig. 3 mit q bezeichnete Riemenscheibe auf der Welle r läuft. Eben diese Welle trägt eine größere Scheibe t (Fig. 1), die mittelst eines gekreuzten Riemens und der Scheibe t′ die Trommel g umtreibt. In der Skizze Fig. 3 ist alles das fernere Triebwerk angegeben, welches auf der in dem Durchschnitte Fig. 1 weggenommenen vordern Außenseite des Gestells sich befindet. Zunächst muß man hier eine dritte auf der Welle r angebrachte Scheibe s bemerken, von welcher mittelst kreuzweise geschlagenen Riemens die Scheibe w umgedreht wird. Mit letzterer fest verbunden findet man ein Getrieb x, welches durch seinen Eingriff in das Stirnrad y die untere Speisewalze d in Gang setzt, da y auf dem Zapfen dieser Walze steckt. Vermöge der Getriebe z und z′

erfolgt ferner die Mittheilung der Bewegung an die obere Speisewalze e; und von z aus, mittelst eines Zwischengetriebes a′, auch die Umdrehung des an der Walze c sitzenden Getriebes b′, also die Bewegung des Zuführtuches a, von welchem die Walze b in Folge der Friktion mitgenommen wird.

Die Durchmesser der verschiedenen Riemenscheiben sind folgende:

| | |
|---|---|
| q = 9 Zoll | s = 3 Zoll. |
| t = 22·5 » | w = 13 » |
| t′ = 7·5 » | |

Die Zähneanzahlen der Räder und Getriebe:

| | |
|---|---|
| x = 12 Zähne | z′ = 10 Zähne |
| y = 60 » | a′ = 10 » |
| z = 10 » | b′ = 9 » |

Die Trommel g kann man 400 Umläufe in 1 Minute machen lassen, wobei ihre Umfangsgeschwindigkeit an den Spitzen der Zähne (wegen des Durchmessers = 29½ Zoll) 3089 Fuß — fast 51½ Fuß in der Sekunde beträgt. Dieß setzt $400 \times \frac{7 \cdot 5}{22 \cdot 5} = 133\frac{1}{3}$ Umgänge für die Welle r, also die Scheiben t, q und s, voraus. Hieraus findet man für die Speisewalzen d, e, von 2.25 Zoll Durchmesser, $133\frac{1}{3} \times \frac{3 \times 12}{13 \times 60} = 6.15$ Umgänge oder 43.47 Zoll Umfangsgeschwindigkeit. Die Walze c (und so auch b) des Zuführtuches mißt gleichfalls 2.25 Zoll in der Dicke, da sie aber $6 \cdot 15 \times \frac{10}{9}$ oder 6.83 Umdrehungen macht, so ist die Geschwindigkeit des Tuches a = 48.3 Zoll in der Minute; es wird demnach die auf das Tuch vorgelegte Wolle vor ihrem Eintritte zwischen die Speisewalzen ein wenig gestauet oder zusammengeschoben, und um so sicherer von denselben ergriffen.

Erfahrungsmäßig können mit diesem Wolfe, bei 400 Umläufen der Trommel g, etwa 35 Wiener Pfund Wolle in 1 Stunde ein Mal bearbeitet werden. Da das Zuführtuch in 1 Minute 48.3 Zoll — oder in der Stunde 2898 Zoll — Bewegung macht, so muß zur Erreichung jenes Arbeitsquantums 1 Pfund auf je 82.8 Zoll Länge des Tuches aufgelegt werden (auf 1 Fuß Länge 4.64 Loth, oder — da das Tuch 19 Zoll breit ist — auf 1 Quadratfuß fast 3 Loth). Da ferner die Speisewalzen in 1 Minute

43.47 Zoll Wolle einführen, so geschehen auf jeden Zoll der Wollmasse, welcher innerhalb aus den Speisewalzen tritt, $\frac{400}{43.47} \times 8 = 73$ Kammschläge der Trommel g, d. h. eine der doppelten Zahnreihen dieser Trommel zieht jedes Mal dann Wolle aus dem dargebotenen Vorrathe heraus, wenn die Wollmasse um kaum ein Sechstel Linie weiter vorgerückt ist. Auf 1 Loth Wolle aber, welches auf eine Breite von 19 Zoll ausgedehnt ist, fallen $21\frac{1}{2}$ Umdrehungen, vermöge welcher dasselbe zwischen den acht Zahn-Doppelreihen der Trommel und den drei Kämmen i, k, l nicht weniger als 516 Mal durchgekämmt wird.

Fig 4 (Taf. 461) zeigt einen Wolf anderer Konstruktion im Seitenaufrisse, worin jedoch die zur Zuführung dienenden Bestandtheile, so wie die Bedeckung ll über der Trommel, durchschnitten erscheinen. Das hier von Eisen gegossene Gestell besteht aus zwei gleichen durchbrochenen Wänden a a, welche mittelst der fünf langen Bolzen bei b, b, b, b, b mit einander verbunden sind. Die Bretterverschalung, wodurch der ganze Raum unter der Trommel zu einem nur an dem Ende A offenen Kasten wird, ist der Deutlichkeit halber nicht angegeben. c, d sind die beiden Walzen des Zuführtuches e; g bedeutet das Tischblatt zur Unterstützung dieses Tuches, und f eine von dessen Seitenwänden; w eine kleine hölzerne Walze, welche auf der Wolle liegend vermöge ihres eigenen Gewichtes dieselbe etwas zusammendrückt und niederhält, wobei ihre eisernen Zapfen in Gabellagern sich bis zu einem gewissen Punkte heben können. Statt der zwei Speisewalzen der vorstehend beschriebenen Maschine ist hier ein anderer Apparat angebracht, dem ein entschiedener Vorzug eingeräumt werden muß, nämlich eine Walze i mit grobem Kratzenbeschlag und eine unter dieser befindliche gußeiserne Mulde h. Die Walze besteht aus Holz und ist mit starkem Leder überzogen, in welches zugespitzte Häkchen von ein Sechzehntel Zoll dickem Eisendraht eingesetzt sind. Die stumpfwinkelige Biegung der Häkchen und deren Stellung gegen die Umdrehungsrichtung der Walze findet man in der Zeichnung ausgedrückt. Es geht hieraus hervor, daß die zwischen i und h von dem Zuführtuche aus hineingezogene Wolle über den obern Rand

der Mulde h austritt und sich hier den spitzigen Zähnen der Trommel k darbietet, welche ganz nahe an jenem Rande vorbeigehen. Indem sie dieß thun, müssen sie die mitzunehmenden Wollhaare zwischen den Häkchen der Walze i (welche vermittelst ihrer hinterwärts gerichteten Biegung eine zurückhaltende Wirkung ausüben) herausziehen, was schon wesentlich zur Lockerung beiträgt; da nun ferner die Wollmasse ganz in der Nähe der arbeitenden Trommelzähne durch Mulde und Walze gehalten wird, so können keine unzertheilten Flocken oder Klümpchen fortgerissen werden. Bringt man hingegen nach älterer Art statt h und i zwei Riffelwalzen an, so bleibt — selbst wenn diese nicht mehr als 2 Zoll Durchmesser haben, und die Spitzen der Trommel so nahe als thunlich daran hergehen — mindestens etwas über 1 Zoll Abstand zwischen der Stelle, an welcher die Wollmasse unter den Walzen gehalten wird und jener, wo die Zähne eingreifen; es ist dann nicht zu vermeiden, daß mehr oder weniger Klümpchen und Flocken, welche keinen Halt in den Walzen mehr haben, unzertheilt durch die Trommel mitgenommen werden. Das Nämliche geschieht, sobald in Folge unregelmäßigen Vorlegens eine Wollschicht von stellenweise größerer Dicke zwischen die Speisewalzen gelangt, welche dann die dünneren Theile nicht fest halten und das Herausziehen solcher im ungelockerten Zustande gestatten. Dieß aber bringt einen desto größeren Nachtheil hervor, als bei gegenwärtigem Wolfe keine im Innern des Gestells angebrachte feststehende Zähne vorhanden sind, welche gemeinschaftlich mit den Trommelzähnen ein Durchkämmen der Wolle bewirken könnten. Dagegen ist, um die Wirkung auf andere Weise zu erhöhen, die Trommel nicht an einigen Linien mit wenigen, sondern rund um mit vielen (64) Reihen von Zähnen besetzt, welche in den hölzernen Mantel eingeschlagen oder eingeschraubt sind. Die Anordnung wird dabei so getroffen, daß in den zur Axe parallelen Reihen die (etwa 1½ Zoll von einander entfernten) Zähne regelmäßig versetzt stehen, damit kein Zahn irgend einer bestimmten Reihe genau auf der Spur eines Zahnes in mehreren vorausgehenden Reihen arbeitet. Je näher man hierdurch dem Ziele kommt, Zähne in allen den Kreislinien aufzustellen, welche man rund

um die Mantelfläche ziehen kann, desto besser ist es. m m m bezeichnet ein von geraden parallelen Eisendrähten gebildetes Gitter, welches von der Mulde h an, bis mitten unter die Trommel hinab, der Krümmung dieser Letztern folgt, dann aber in geneigter Ebene sich fortsetzt, wo es die herausfliegende Wolle aufnimmt. Eine mit vielen, in verschiedenen Richtungen durchgesteckten, hölzernen Stöcken n besetzte Welle, welcher eine äußerst schnelle Drehbewegung ertheilt wird, wirft schließlich die Wolle in die Höhe und schüttelt sie durch, damit noch mehr eingemengte Unreinigkeiten durch das Gitter fallen können.

Eine Skizze des Betriebsmechanismus gibt Fig. 5, wo alle auf der in Fig. 4 sichtbaren Seite der Maschine befindlichen Theile durch ausgezogene Linien, alle auf der entgegengesetzten oder hintern Seite angebrachten durch punktirte Linien dargestellt sind. Man bemerke zunächst die Scheibe $k^2$, durch welche die Trommel k, und mittelbar der ganze Wolf, mittelst des Hauptriemens in Bewegung gesetzt wird. Eine zweite, ebenfalls auf der Trommelaxe sitzende Scheibe $k^3$ bringt die Umdrehung der Welle mit den Stöcken n hervor, indem ihr Riemen um die daran befindliche kleine Scheibe n′ geschlagen ist. Ferner treibt ein Getrieb k′ der Trommelaxe mittelst der Räder q, p, des Getriebes o und des Rades $c^3$, die mit Letzterem verbundene Walze c des Zuführtuches. An dieser Walze befindet sich ein Zahnrad $c^1$, an der Walze d ein gleiches $d^1$; über diese zwei Räder ist eine Bandkette $e^1$ $e^1$ gelegt, so daß beide Walzen in gleichem Maße bewegend auf das Zuführtuch wirken. Endlich setzt ein kleines Stirnrad $c^2$ der Walze c, durch seinen Eingriff in ein Rad $i^1$ des Häkchenzylinders i, auch diesen in Gang.

Die verschiedenen Riemenscheiben haben folgende Durchmesser:

$k^2 = 11$ Zoll,
$k^3 = 16$ „
$n^1 = 4·5$ „

Die Räder und Getriebe folgende Zähneanzahlen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $k^1 = 10$ | Zähne, | $o = 10$ | Zähne, |
| $q = 36$ | „ | $c^3 = 56$ | „ |
| $p = 52$ | „ | $c^2 = 16$ | „ |
| | | $i^1 = 27$ | „ |

Die Scheibe $k^2$, also die Trommel k, wird zweckmäßig mit 300 Umgängen in der Minute getrieben; der Trommeldurchmesser beträgt an den Spitzen der Zähne gemessen 3 Fuß, folglich die Umfangsgeschwindigkeit 2826 Fuß pr. Minute (wenig über 47 Fuß in der Sekunde). Die Welle mit den Stöcken n macht in 1 Minute $300 \times \frac{16}{4.5} = 1066$ Umläufe; die Walze c aber (von 3.25 Zoll Durchmesser) $300 \times \frac{10}{52} \times \frac{10}{56} = 10.3$ Drehungen, mithin das Zuführtuch e einen Weg von 105 Zoll. Die Häkchenwalze i endlich dreht sich $10.3 \times \frac{16}{27} = 6.1$ Mal um, hat demnach — da ihr Durchmesser an den Spitzen der Häkchen 5.5 Zoll beträgt — 105.4 Zoll Umfangsgeschwindigkeit, übereinstimmend mit der Bewegung des Tuches e, von welchem sie die Wolle aufnimmt. Vermöge dieser Geschwindigkeitsverhältnisse fallen auf 1 Zoll Länge der eingeführten Wollmasse sehr nahe 3, genauer 2.857 Umläufe der Trommel k, deren 64 Zahnreihen mithin zusammen durch 183 Schläge jene Portion Wolle auskämmen. Das Zuführtuch hat 2 Fuß Breite (übereinstimmend mit der Länge der Trommel k); legt man auf je 1 Fuß Länge desselben — 2 Quadratfuß Fläche — z. B. 6 Loth Wolle vor, so werden in 1 Minute 52½ Loth, oder in 1 Stunde etwa 98 Pfund bearbeitet. Hier, wie bei allen Arten des Wolfes, kann durch Verstärkung der Auflage auf das Zuführtuch die quantitative Leistung bis zu einer gewissen Grenze erhöht werden, aber natürlich mit dem gleichzeitigen Erfolge, daß die Wolle weniger gut gelockert, auch leichter beschädigt wird, und die Maschine mehr Kraftaufwand erfordert.

Um ein Beispiel von abweichenden Dimensionen und Geschwindigkeiten bei wesentlich derselben Konstrukzion zu geben, mag eines in der Hauptsache auch nach Fig. 4 (Taf. 461) gebauten Wolfes gedacht werden, der folgende Verschiedenheiten darbietet. Die Trommellänge, überhaupt die arbeitende Breite der Maschine, beträgt zwar gleichfalls 2 Fuß, aber die Trommel hat nur 30 Zoll Durchmesser; die Zähne auf ihr bilden 72 zur Axe parallele Reihen, von welchen wechselweise eine 18 und eine 19 Stück enthält (Gesammtzahl der Zähne 1332). Die Walze i ist,

ihre Drahthäkchen eingeschlossen, nur 3.5 Zoll dick; die Tuchwalzen c und d messen 2 Zoll. Eine mit Stöcken besetzte Welle wie n ist nicht vorhanden. Die Trommel k macht 280 Umläufe in der Minute. An dem einen Ende ihrer Axe befindet sich ein Getrieb von 18 Zähnen, welches in ein 120 zähniges Rad eingreift; mit diesem ist auf gleicher Axe ein 20 zähniges Getrieb verbunden, und Letzteres greift in ein Rad von 150 Zähnen an der Häkchenwalze i. Endlich überträgt i die Bewegung auf die Tuchwalze c, indem an jeder von Beiden ein 24 zähniges Rad angebracht ist, und diese zwei Räder direkt in einander arbeiten. Es ergibt sich hieraus, daß die Walze i $280 \times \frac{18 \times 20}{120 \times 150} = 5.6$ Umgänge in der Minute macht, und die Walze c eben so viel; erstere fördert $3.5 \times 3.1416 \times 5.6 = 61.6$ Zoll Wolle hinein, während das Speisetuch e nur $2 \times 3.1416 \times 5.6 = 35.2$ Zoll zuführt: die Wolle wird demnach schon durch die größere Geschwindigkeit der Häkchenwalze beträchtlich auseinandergezogen. Auf 1 Zoll Länge der durch i eingeführten (oder $\frac{4}{7}$ Zoll Länge der auf das Tuch vorgelegten) Wollmasse fallen 4.54 Umläufe der Trommel, während welcher 6047 Trommelzähne diese geringe Menge Material Einmal kämmend durchstreichen.

(Es ist hier einschaltungsweise anzuführen, daß man die jetzt in Rede stehende und durch Fig. 4 (Taf. 461) erläuterte Art des Wolfes auch zur Zerfaserung wollener Lumpen — als Lumpenwolf, S. 47 — oft gebraucht. Es sind jedoch für diesen besondern Zweck einige Abänderungen erforderlich, die auf folgendes hinausgehen: 1) Die Trommel wird sehr reichlich mit Zähnen besetzt, z. B. bei 33 Zoll Durchmesser und 18 Zoll Länge mit 192 Reihen, jede zu 30 Stück (im Ganzen 5760 Zähne); diese Zähne werden aus Quadrat-Stahl von ein Achtel Zoll Dicke gemacht, sind 13 Linien lang und mit schlanker scharfer (runder) Zuspitzung versehen. 2) Man ertheilt der Trommel eine sehr schnelle Drehung, nämlich bei der oben angegebenen Größe 500 bis 600 Umläufe in 1 Minute. 3) Zur Einführung der Lumpen, von dem Speisetuche ab, dienen zwei eiserne Riffelwalzen von $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Zoll Dicke, jede mit 20 Kannelirungen versehen, durch

starke Gewichte kräftig gegen einander gepreßt. Die Häkchenwalze i mit ihrer Mulde h eignet sich hier weniger, weil die Häkchen unter dem gewaltsam auf sie wirkenden Zuge sich bald verbiegen. Dagegen ist es allerdings zweckmäßig, zur Zerkleinerung der aus der Lumpenwolle herausgesuchten unausgefaserten Läppchen einen besonderen Wolf anzuwenden, dem man statt der Riffelwalzen eine Häkchenwalze mit Mulde gibt. 4) Das Speisetuch e und überhaupt die ganze Vorrichtung zur Einführung der Lumpen befindet sich nicht auf der in unserer Zeichnung angegebenen Stelle, sondern gegenüber an der Seite N; die Zähne der Trommel k ziehen demzufolge mit einer von unten nach oben gerichteten Bewegung die Wollfasern aus, führen sie durch drei Viertel des Kreises innerhalb der Decke ll und des Gitters m m herum, und werfen sie bei A — also unterhalb des Speisetuchs — heraus. Das Gitter ist feiner als bei den zu roher Wolle bestimmten Wölfen, weil aus den Lumpen grobe Schmutztheile nicht abzusondern sind, und man den Verlust kurzer Wollfasern vermeiden muß; die Stöckchenwelle n, als überflüssig, bleibt weg.

Noch enthält Taf. 461, in Fig. 6 bis 9, Zeichnungen eines großen englischen Wolfes, dessen Leistung als ausgezeichnet gerühmt wird. In den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen (Jahrg. 1834, S. 134), woher wir diese Maschine entlehnen, findet man davon sehr schöne Abbildungen nach größerem Maßstabe und mit allen Einzelheiten der Konstrukzion. Unsere Fig. 6 ist ein Querdurchschnitt; Fig. 7 der Grundriß nach Abhebung des Deckels; Fig. 8 der Aufriß des Flügelapparates, welcher in Fig. 6 nur angedeutet, aus Fig. 7 gänzlich weggelassen wurde; Fig. 9 endlich eine Skizze des Räderwerks im Aufrisse, der Stellung nach entsprechend dem Durchschnitte Fig. 6.

Das hölzerne Untergerüst wird durch Ständer wie A, A und Riegel B, B gebildet; ist an allen vier Seiten mit dünnen Brettern verschlagen, so daß es einen Kasten bildet; und enthält in den langen Seitenwänden Thüren C, C zum Herausnehmen des von der Wolle abgefallenen Schmutzes, während an den Stirnenden der Bretterverschlag D D D D feststeht. Auf diesem

Untertheile ruht ein Deckel E F, bei E um Charniere beweglich so daß er geöffnet, auch nöthigen Falls ganz abgehoben werden kann; er besteht aus sechs Bohlenbögen wie b b b b (zwei an den Enden, vier in der Mitte), worauf eine Bretterbekleidung befestigt ist, und zwei dieser Bretter, c, c sind an Charnieren aufzuklappen. Statt der bei den gewöhnlichen Wölfen vorhandenen Trommel ist hier ein (weiter unten genauer zu erklärendes) System von vier Flügeln angebracht, dessen Welle a in den Lagern G, G sich dreht. Zur Einführung der Wolle und zu deren Wideraustritt sind zwei Oeffnungen oder Ausschnitte im Deckel E F — beide auf der Seite F desselben, an den äußersten Enden, und von seinem untern Rande anfangend — angebracht. In der erstern dieser Oeffnungen, welche 6½ Zoll hoch und 20 Zoll breit ist, liegen die Speisewalzen d, e, welche die Wolle von dem über die hölzernen Zylinder f, g gespannten Zuführtuche aufnehmen. Das unter diesem Tuche befindliche Tischbrett h ist wie gewöhnlich zu beiden Seiten mit aufrechten Einfassungen i, i versehen, welche von den Rändern des Tuches berührt werden. Die Speisewalzen sind beide von Eisen, die untere, d, ist glatt, die obere, e, hingegen geriffelt; Letztere liegt mit ihren Zapfen in schmiedeeisernen auf dem Gestelle festgeschraubten Armen k, k, welche so viel Federkraft haben, daß sie einen elastischen Druck von e gegen d erzeugen, und ein gewisses Heben der Oberwalze gestatten, wenn zufällig etwas dickere Wollportionen eintreten. Die andere Oeffnung des Deckels E F (durch welche die aufgelockerte und gereinigte Wolle herausgeworfen wird) befindet sich in der Gegend über H (Fig. 7), mißt 11 Zoll in der Breite und 2 Fuß in der Höhe.

Im Innern des untern Gehäuses A B C D befindet sich ein Drahtgitter l, zu dessen Unterstützung drei eiserne Bügel m, m, m in der Mitte und zwei Holzbögen n, n an den Enden vorhanden sind. Die Krümmung dieses Gitters ist ein Halbkreis, dessen Mittelpunkt in der Axe a liegt. Im Deckel E F ist gleichfalls ein Drahtgitter, o o, ebenso von Halbzylinderform, aber derartig höher gelegt, daß der Mittelpunkt seiner Krümmung 3½ Zoll oberhalb jenes der Axe a fällt; zur Befestigung dienen die schon erwähnten sechs hölzernen Bögen b b, welche das Gerippe

des Deckels bilden. Durch das obere wie durch das untere Sieb oder Gitter gehen Unreinigkeiten aus der Wolle hindurch. Es bedarf kaum der Erwähnung, daß den zwei (zum Ein- und Austritt der Wolle bestimmten) Oeffnungen im Deckel E F, zwei gleiche Oeffnungen im Gitter o o entsprechen.

Die Flügelwelle a mit den unmittelbar dazu gehörigen Bestandtheilen ist in Fig. 8 abgesondert gezeichnet. Es sind vier von Eisenblech gemachte Flügel an derselben, welche die Lage von Schraubengängen eines vierfachen linken Gewindes haben, und durch die an den gußeisernen Scheiben q der Welle a festgeschraubten Arme p unterstützt werden. Das Blech ist mit r r bezeichnet. Die Windung jedes Flügels beträgt ein Viertel Schraubengang. Mittelst Schrauben sind auf den äußeren Endflächen der hier rechtwinkelig gekröpften Arme p die mit den spitzigen Zähnen s, t und den Schlagschienen v besetzten ($2\frac{1}{2}$ Zoll breiten) Eisenschienen u, u befestigt. Die erwähnten Schlagschienen, deren Breite $1\frac{1}{2}$ Zoll beträgt, geben mit ihrer vorausgehenden freistehenden Kante Streiche auf die innerhalb der Speisewalzen zutretende Wolle, und die Zähne bewirken das Auskämmen derselben. So weit die Speisewalzen reichen, trägt der erste und der dritte Flügel eine dreifache Reihe Zähne bei s, der zweite und der vierte Flügel eine Schlagschiene; übrigens jeder Flügel nur eine einfache Reihe Zähne t. Sämmtliche Zähne sind in die Schienen u eingeschraubt, $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, von der Gestalt schlanker Kegel, an der Basis 4 Linien (ein Drittel Zoll) dick; die bei s stehen 6 Linien, jene bei t aber 9 Linien weit auseinander, von Mittelpunkt zu Mittelpunkt gemessen; ihre Anzahl beträgt bei s in jeder der drei Reihen 35, bei t 56 auf jedem Flügel.

Indem die Flügel bei schneller Umdrehung der Welle a nahe an den Speisewalzen d, e vorbeistreichen, kämmen und schlagen sie die Wolle, welche durch jene eingeführt aber auch etwas gehalten wird, ab, und führen sie im Kreise herum. Da die Zahnspitzen nur in 1 Zoll Abstand von dem untern Drahtgitter l l vorbeigehen, Letzteres aber vermöge seiner Zusammensetzung aus parallelen geraden Längendrähten die Wolle aufzuhalten strebt, so wird dieselbe möglichst vertheilt und durch die

Fortführung auf dem Gitter nicht nur gelockert, sondern auch gereinigt. Die Schraubengestalt der Flügel macht, daß die Wolle von der Eintrittsstelle nach dem entgegengesetzten Ende der Maschine gleichsam fortgeschraubt wird. Während dieser Fortbewegung wird dadurch, daß das Deckelgitter o exzentrisch aufgesetzt ist, die Wolle in dem erweiterten Raume oberhalb der Flügel mehr vertheilt. Die kämmende Wirkung der Flügelzähne findet dadurch Unterstützung, daß diese Zähne in dem größern Theile der Flügellänge (auf derjenigen Ausdehnung t, wo die Zahnreihe nur einfach ist) zweien im Innern des Gehäuses angebrachten geraden Kämmen w, w begegnen und zwischen deren Zähnen (an jedem 55) durchgehen. Die Wolle wird durch diese Kämme theilweise aufgehalten, von den nachfolgenden Flügelzähnen wieder abgekämmt, und so fort. In der Absicht, hierbei dem Zerreißen der Wollhaare vorzubeugen, ist den Kämmen w, indem deren Stangen in Lagern sich hin und her drehen, eine auf und abgehende Bewegung ertheilt, wobei sie einen Winkel von bestimmter Größe durchlaufen (halb über, halb unter ihrer mittleren horizontalen Stellung). Sie sind in Folge dieser Anordnung gewisser Maßen als elastisch zu betrachten. Um den durch die Flügelbewegung veranlaßten Luftzug im Innern der Maschine befördern zu können, ist in derjenigen Stirnwand des Deckels EF, welcher sich über der Seite K des Untergehäuses (Fig. 7) befindet, ein Schieber angebracht, den man mehr oder weniger öffnet. Der gedachte Luftzug geht (vermöge der Schraubenstellung der Flügel) von hier nach dem entgegengesetzten Ende, also in der Richtung, nach welcher die Wolle ihren Weg macht; er erleichtert das Fortschreiten der Wolle, befördert ihre Zertheilung und auch die Absonderung des Staubes.

Der Betrieb der Maschine erfolgt mittelst der Riemenscheibe y (und dazu gehöriger loser Scheibe x) auf der Flügelwelle a (Fig. 8). Die kleinere Scheibe z an derselben Welle treibt (s. Fig. 9) vermöge eines offenen (ungekreuzten) Riemens eine Scheibe 3, deren Welle bei $2^1$ (Fig. 6) ihren Platz hat, und außerdem mit einem Getriebe 2 versehen ist. Hierdurch wird das Stirnrad $d^2$ an der untern Speisewalze d, also diese Walze selbst, umgedreht. Ferner pflanzt das Getrieb $d^1$, ebenfalls an der ge-

nannten Walze, die Bewegung einerseits direkt auf das Getrieb $e^1$ der obern Speisewalze e, andererseits mittelst des Zwischengetriebes 1 auf das Getrieb $f^1$ der Walze f fort; um so auch das Zuführtuch in Gang zu setzen.

An dem der Betriebsscheibe y entgegengesetzten Ende der Flügelwelle a befindet sich auf dieser ein kurzes Schraubengewinde $a^1$ (Fig. 8), welches als Schraube ohne Ende das dazu gehörige Rad 4 (Fig. 7, 8) umtreibt. Die Achse dieses Rades ist mit zwei kleinen Krummzapfen 5 versehen, welche mittelst Zugstangen wie 6 die Hebelarme 8 einer Welle 7 auf und nieder bewegen. Demzufolge machen andere Arme, 9, 9 der nämlichen Welle die entgegengesetzte Bewegung; und da die Lenkstangen 10 letztgenannter Arme an den Krummzapfen 11, 11 der Kammstangen w, w (Fig. 7) eingehangen sind, so gerathen diese in die schon erwähnte oscillirende Drehbewegung.

Die Scheiben x, y, haben 7 Zoll im Durchmesser, und machen mit der Flügelwelle a von 280 bis 300 Umläufe in der Minute. Der Durchmesser von Z ist 5 Zoll, von 3 hingegen 19½ Zoll. Die Zähnenzahlen der Räder und Getriebe sind wie folgt:

| | |
|---|---|
| 2 = 12 Zähne | 1 = 10 Zähne |
| $d^2$ = 60 „ | $f^1$ = 9 „ |
| $d^1$ = 10 „ | 4 = 38 „ |
| $e^1$ = 10 „ | |

Wenn die Welle a mit den Flügeln 300 Mal in einer Minute umläuft, soll beträgt die Umfangsgeschwindigkeit an den Spitzen der Zähne t, t — bei einem Durchmesser von 38 Zoll — 2984 Fuß (sehr nahe 50 Fuß auf die Sekunde). Die Speisewalzen d, e messen 2.2 Zoll in der Dicke und machen $300 \times \frac{5}{19.5} \times \frac{12}{60} = 15.38$ Umgänge, fördern also während 1 Minute eine Wollmasse von 106.3 Zoll Länge in die Maschine. Die Walze f vollbringt $15.38 \times \frac{10}{9} = 17.1$ Umdrehungen und bewegt somit, da ihr Durchmesser ebenfalls 2.2 Zoll beträgt, das Zuführtuch mit 118 Zoll Geschwindigkeit, wonach Letzteres die Wolle den Speisewalzen in reichlich genügendem Maße zuschiebt.

Die Maschine bearbeitet 45 Wiener Pfund Wolle in einer Stunde, d. h. in 1 Minute 24 Loth; diese nehmen beim Vorlegen auf dem 14 Zoll breiten Zuführtuche 14 × 118 = 1652 Quadratzoll ein; es sind mithin auf 1 Quadratfuß Tuchfläche 2 09 Loth oder auf 1 Fuß Länge des Tuches 2.44 (abgerundet $2\frac{1}{2}$) Loth Wolle vorzulegen. Beim Austritt unter den Speisewalzen d, e sind 24 Loth Wolle auf eine Länge von 106.3 Zoll und eine Breite von 14 Zoll ausgetheilt, auf je 1 Zoll Länge befindet sich demnach 0.226 Loth Wolle, welche durch $\frac{300}{106.3} = 2.82$ Umläufe der Flügelwelle a bearbeitet wird; auf 1 Loth Wolle aber fallen $\frac{300}{24}$, d. i. $12\frac{1}{2}$ Umläufe der Flügel. Die beiden dreireihigen Kämme s (jeder 105 Zähne enthaltend) machen also zusammen 25 Streiche durch jedes Loth der eingeführten Wolle, welches demnach überhaupt von 1625 Zähnen ausgekämmt wird, und dazwischen 25 Schläge von den Schlagschienen v, v empfängt. Jede dieser Schienen schlägt die von dem vorausgegangenen Kamme s herausgekämmte aber vielleicht nicht mitgenommene, sondern vor den Speisewalzen hängen gebliebene Wolle ab. Endlich bearbeiten die vier einfachen Zahnreihen t durch ihre fortführende Wirkung und durch 4 × 300 × 2, d. i. 2400 Bewegungen mit den Kämmen w, 24 Loth Wolle in 1 Minute; jedes Loth hat davon während seines Aufenthalts in der Maschine eine Einwirkung auszuhalten, welche der von $4 \times 56 \times 2 \times 12\frac{1}{2} = 5600$ sich begegnenden Zähne-Paaren gleich ist.

Die Kämme w vollbringen vermöge des 38zähnigen Rades 4 der Schraube ohne Ende, 1 Mal ihren Aufgang und ihren Niedergang, während die Flügelwelle a 38 Umläufe macht, also in der Minute $\frac{300}{38}$, d. i. 8 solche Doppelspiele. Da nun die mechanische Länge der Krummzapfen 5 = 1.64 Zoll, der Arme 8 und 9 = 2.8 Zoll, der Krummzapfen 11 an den Kämmen w = 4.14 Zoll, der Zähne dieser Kämme (von der Drehachse bis an die Spitzen) = 2 Zoll ist; so berechnet sich der von der Welle 7 in ihrer Drehung zu durchlaufende Winkel auf $71\frac{1}{3}$ Grad, der Winkel zwischen dem höchsten und dem tiefsten Stande der Zähne auf $46\frac{2}{3}$ Grad, die senkrechte Entfernung zwischen den äußersten Standorten der Zahnspitzen aber auf 1.6 Zoll.

Um die wichtigsten Verschiedenheiten im Bau des Wolfes darzulegen, mögen die vorstehend beschriebenen drei Beispiele der Hauptsache nach genügen, und im Uebrigen die nun folgenden Bemerkungen als Ergänzung angesehen werden.

Man wendet zuweilen Wölfe mit nicht cylindrischer, sondern abgestutzt-konischer Trommel und eben so gestaltetem Gehäuse an. Die Trommel hat alsdann etwa 6 Fuß Länge; die Wolle wird mittelst des Zuführtuchs am dünnern Ende des Kegels eingebracht und tritt am dicken Ende wieder aus, so daß rücksichtlich ihres Durchgangs durch die Maschine eine große Aehnlichkeit mit der Wirkungsart des zuletzt beschriebenen großen Wolfes (Fig. 6—8, Taf. 461) entsteht.

Ein Wolf erfordert, je nach seiner Konstruktion, Größe und Leistungsfähigkeit, zum Betriebe eine halbe bis anderthalb Pferdekraft.

Die Bearbeitung der Wolle im Wolfe muß — wie schon oben erwähnt — gewöhnlich zwei Mal, in vielen Fällen auch drei Mal vorgenommen werden. Sehr oft bedient man sich dann ohne Unterschied des nämlichen Wolfes, welcher das erste Mal angewendet worden ist, auch für die folgenden Bearbeitungen. Besser aber ist es, zuerst einen Wolf mit weniger und weiter aus einander stehenden Zähnen an der Trommel, der auch minder schnell sich dreht, zu gebrauchen. Nachdem hiermit die Wolle schon ziemlich aufgelockert ist, gestattet sie die Anwendung eines Wolfes mit dichterer Verzahnung und größerer Umlaufsgeschwindigkeit. Für die erste Bearbeitung, öfters auch nach der Behandlung im gewöhnlichen Wolfe, ist bei sehr unreinen Wollsorten ein sogenannter Klopfwolf zweckmäßig, welcher keine Trommel und keine eisernen oder stählernen Zähne enthält. Das Gehäuse desselben (aus Unterkasten und Deckel zusammengesetzt) hat die Gestalt eines horizontal liegenden Zylinders, durch welchen eine gleichfalls horizontale Welle geht. In diesem Gehäuse sind in vier zur Welle parallelen Reihen hölzerne, daumendicke Stöcke angebracht; die Welle selbst ist mit vier Reihen eben so dicker Stäbe besetzt, welche bei deren Umdrehung zwischen den erwähnten Stöcken durchgehen, und fast bis an das Gehäuse reichen, gleich wie jene bis zu einem geringen Abstande von der Welle sich

erstrecken. Der untere Theil des Gehäuses ist, wie sonst, aus einem Drahtgitter gebildet.

Auf demselben Prinzipe beruht eine neuerlich in Gebrauch gekommene Wollreinigungsmaschine, welche dem Whipper der nordamerikanischen Baumwollenspinnereien nachgebildet ist, und bei sehr futterigen (mit Heu, Stroh u. dergl. stark verunreinigten) Wollen gute Dienste leistet, wenn man sie vor dem Wolfen, oder auch nachdem die Wolle ein Mal durch den Wolf gegangen ist, anwendet. Fig 1 (Taf. 462) zeigt einen senkrechten Längendurchschnitt dieser Maschine, Fig. 2 den Grundriß nach Entfernung des Deckels oder Obergehäuses. Die Hauptheile sind zwei hölzerne Walzen a, b, jede in vier kreuzweise stehenden Reihen mit hölzernen Armen oder Speichen c, c, c, . . . besetzt. Letztere sind in abgestutzter Kegelform gedrechselt, messen am Fuße 1½ Zoll, am freistehenden Ende ⅝ Zoll in der Dicke. Die Walze a enthält ihrer 11, die Walze b hingegen 12 in jeder Reihe, und zwar so gestellt, daß bei der Umdrehung beider Walzen die Speichen der einen zwischen jenen der andern hindurchgehen, wie Fig. 2. am deutlichsten zeigt. Befindet sich nun Wolle an der Stelle dieser Begegnung, so wird diese geschüttelt, geschlagen, und theilweise von der einen Walze, theilweise von der andern, im Kreise herumgeführt: die Folge ist ein gewisser Grad von Auflockerung und die Absonderung vieler Unreinigkeiten. Die Walzen a, b, sind an den Enden mit eisernen Reifen umgeben; ihre eisernen Achsen liegen in Lagern d. Die Achse von a ist mit einer kleinen Riemenscheibe e, die Achse von b auf der andern Seite des Gestells mit einer etwas kleinern Scheibe f versehen; beide empfangen ihre Umdrehung von zwei Scheiben g, g′ auf der eisernen Achse h, welche selbst wieder durch einen Riemen betrieben wird, und zu diesem Behufe ihre feste Scheibe i k, daneben aber eine lose Scheibe l trägt, damit Verschiebung des Riemens durch augenblickliches Anlassen oder Abstellen zu bewerkstelligen ist. Der von g auf f laufende Riemen liegt gekreuzt, der von g′ nach e laufende aber ungekreuzt; eine kräftigere, für manche Fälle geeignetere Einwirkung auf die Wolle entsteht, wenn beide Riemen offen (ungekreuzt) aufgeschlagen werden. In m, m befinden sich die Lager der Welle h,

welche gleich den Walzenlagern d, d auf den oberen horizontalen Gestellsbalken n n, o o festgeschraubt sind. Man läßt die Walze a wenigstens 400, aber auch wohl 600 und mehr Umläufe in der Minute machen; die Walze b dreht sich zufolge ihrer kleinern Riemenscheibe etwa im Verhältnisse wie 8 zu 9 schneller.

Der Balken n wird von zwei Ständern p, q (Fig. 1), der Balken o von zwei gleichen Ständern getragen. An jeder der zwei langen Seiten der Maschine sind die Ständer, nicht weit über dem Fußboden, durch einen horizontalen Riegel verbunden; an den schmalen oder Stirn-Seiten sind zu gleichem Behufe die Riegel r, s, t, u vorhanden. Zwischen u und t bleibt eine Oeffnung, in welcher eine auf zwei ausgefalzten Leisten, wie z, laufende Schieblade w Platz findet. Gegenüber ist innerhalb r und s die senkrechte Wand x eingesetzt; endlich sind auch die beiden langen Seiten mit Brettern bekleidet, so daß das Gestell einen unten und ringsum geschlossenen Kasten darstellt. Inwendig an den langen Seitenwänden befinden sich hölzerne Bögen y y y, deren Krümmung aus dem Mittelpunkte der Walzen a, b beschrieben ist, und sich zuletzt an eine auf dem Riegel u befestigte Leiste v anschließt. Diese Bögen dienen als Auflager für ein eben so gekrümmtes Gitter, welches (wie die Schraffirung in Fig. 2 zu erkennen gibt) aus parallel liegenden Eisendrähten gebildet ist. Die Drähte sind ungefähr ein Sechstel Zoll dick und mittelst einiger dünnerer Drähte so gebunden, daß sie ein festes Ganzes bilden, worin 32 der geraden Drahtstäbe 1 Fuß Raum einnehmen, also Zwischenöffnungen von etwa $2\frac{1}{2}$ Linien bleiben. Durch dieses Gitter fallen die aus der Wolle abgesonderten Unreinigkeiten in die Schieblade w; es liegt den Walzen so nahe daß die Enden der Speichen c in nur 1 Zoll Entfernung vorübergehen.

Der obere Verschluß des Kastens wird durch den Deckel a′ b′ b′ c′ gebildet, der mit seinen langen Seitenwänden auf den Balken n, o, mit der einen Stirnseite a′ auf der früher erwähnten Wand x steht, und in d′ eine an Charnieren e′ hängende Klappe bildet, zu deren Verschluß der Drehriegel f′ dient. Eine in den Deckel eingesetzte Scheidewand g″ berührt die Holzbögen y, und schließt sich so dem vorhin erwähnten Gitter an.

Im Boden b' des Deckels mündet, über die ganze Breite her, eine Art Rumpf oder Trichter h' mit Klappdeckel i'.

Der Gebrauch der Maschine findet auf folgende Weise Statt: Man gibt durch den Rumpf h' ungefähr 2 Pfund Wolle hinein, läßt sie 1 bis 2 Minuten lang darin verweilen, hebt dann die Klappe d', unter welcher die Wolle sogleich von den Speichen c der Walze b herausgeworfen wird; füllt sofort eine neue Portion oben ein, u. s. w.

Alle bisher erwähnten Einrichtungen des Wolfes und verwandter Maschinen reichen nicht hin, wenn die zu bearbeitende Wolle außerordentlich unrein und mit vielen fest anhängenden fremden Körpern (Kletten rc.) behaftet ist. In letzterer Zeit haben dergleichen Wollsorten, welche aus Peru und anderen Theilen des südlichen Amerika in den Handel gelangen und nach vollbrachter Reinigung ein für die Tuchfabrikation sehr schätzbares feines Material liefern, Gelegenheit zur Erfindung von eigenen Auflockerungs- und Reinigungsmaschinen gegeben, deren Konstruktion von jener des gewöhnlichen Wolfs sehr bedeutend abweicht und weit komplizirter ist. Es mag hier, da der Fall ihrer Anwendung ein außer der Regel liegender ist, wohl genug sein, auf drei solche Vorrichtungen hinzuweisen, welche man in dem Bulletin de la Société pour l'encouragement de l'Industrie nationale, XXVIII. Année, Paris 1829, pag. 3, in Publication industrielle des machines, outils et appareils les plus perfectionnés, par Armengaud aîné, Tome V, Paris 1847, pag. 20, und in Hülsse's polytechnischem Centralblatte, Jahrgang 1849, S. 82, mit Abbildungen beschrieben findet.

### d) Das Einfetten.

Die Wolle unterliegt bei der nachfolgenden Operation des Kratzens oder Krempelns einer Behandlung, welche die Zerreißung sehr vieler ihrer Haare herbeiführen würde, wenn man ihr nicht vorläufig einen hohen Grad von Geschmeidigkeit und Schlüpfrigkeit ertheilte, wodurch auch ferner beim Spinnen das Ausziehen zu einem Faden sehr erleichtert wird. Dieß geschieht mittelst des Einfettens, welches auch Fetten, Schmalzen, Schmälzen, Schmieren heißt, und in einem Trän-

ken der Wolle mit Fett besteht, so zwar, daß jedes Haar oberflächlich gehörig befettet wird. Das Fett, welches man regelmäßig hierzu benutzt, ist Baumöl (Gallipoliöl); recht tauglich ist auch das Erdnußöl (huile d'arachides, von Arachis hypogaea), dessen Preis meist eben so niedrig, zuweilen noch etwas niedriger steht; für grobe Wolle gebraucht man aus Sparsamkeit oft (unraffinirtes) Rüböl und auch Thran, welche Beide aber unvollkommene Surrogate sind. Die Oelsäure (gewöhnlich, obwohl irrig, Oleïn genannt), welche bei der Fabrikation der Stearinsäure-Kerzen als Nebenprodukt gewonnen wird und zu großen Mengen in den Handel kommt, ist sehr gut statt Baumöl brauchbar, wenn sie keine Rückstände von Schwefelsäure und Talgsäure (Stearinsäure) enthält: erstere greift nämlich die Drahtbeschläge der Kratzmaschinen stark an, und macht sie rostig; die Talgsäure aber erschwert durch ihre Konsistenz die Vertheilung des Fettes auf der Wolle, und klebt diese zusammen. Es ist zweckmäßig, die Oelsäure erwärmt anzuwenden, weil sie dadurch dünnflüssiger wird.

Von einem oder dem andern der erwähnten flüssigen Fette nimmt man auf 100 Pfund Wolle 10 bis 20 Pfund (zu feinen Sorten mehr als zu groben, weil letztere in gleicher Gewichtmenge eine geringere zu befettende Gesammtoberfläche enthalten); sprengt das Oel mittelst einer Gießkanne auf die nur einige Zoll hoch ausgebreitete Wolle; arbeitet diese mit einem hölzernen Rechen durch, und läßt sie noch ein Mal durch einen Wolf gehen, damit das Fett sich ganz gleichmäßig vertheile. Der in Fig. 1 (Taf. 461) abgebildete und oben beschriebene Wolf ist vorzüglich geeignet zu diesem Zwecke, obschon jeder andere ebenfalls dazu gebraucht werden kann.

In einigen großen Tuchfabriken Englands hat man zum Einsprengen der Wolle mit Oel (statt der Gießkanne) eine eigene mechanische Vorrichtung, welche diese Arbeit viel regelmäßiger und vollkommener verrichtet. Sie besteht aus einer mit Schweinsborsten rundum besetzten Walze, welche etwa 4 Fuß lang ist, sammt den Borsten 10 Zoll Durchmesser hat, horizontal in einem Gestelle liegt, und durch eine Kurbelbewegung in Umlauf gesetzt werden kann. Unter diesem Gestelle ist ein Oel-

behälter angebracht; die zylindrische Bürste taucht mit den Spitzen der Borsten in das Oel; über ihr befindet sich ein blecherner Deckel, der sie an der einen Seite völlig einschließt, an der gegenüberliegenden aber eine Oeffnung läßt, so lang als die Bürstenwalze und gegen 8 Zoll hoch. Der untere Rand dieser Oeffnung tritt mit einem daran befestigten Streichbrette etwas in die Borsten des Bürstenzylinders, und läuft dann nach außen schräg ab. Das Gestell hat vier Rollen oder kleine Räder, und läuft mit diesen auf zwei parallelen Geleisschienen, welche oben auf den Seitenwänden eines flachen hölzernen Kastens festgelegt sind. In diesem Kasten wird die auf dem Wolfe gelockerte Wolle ausgebreitet, und nun die Bürste in Umlauf gesetzt, wobei der Mechanismus selbst gleichzeitig ein langsames Fortrücken des Apparates auf den Gleisen veranlaßt. Die Spitzen der Borsten tauchen in das Oel, streifen sich an dem Streichbrette ab, und sind dadurch zu einer schnellenden Bewegung gezwungen, vermöge welcher sie das Oel auf die unten im Kasten gelagerte Wolle spritzen. Hat die Verrichtung ihren Weg durchlaufen, so führt man sie wieder zurück, harkt die Wolle um, und wiederholt das beschriebene Verfahren, bis die voraus bestimmte Menge Oel der Wolle mitgetheilt ist.

Beim Wolfen der gefetteten Wolle geschieht auch das Meliren, d. h. die Vermengung verschiedenfarbiger Wolle, wenn es sich um die Darstellung melirten Tuches handelt; um recht innige Mengung in solchen Fällen herbeizuführen, ist nicht selten ein fünf- oder sechsmaliges Wolfen erforderlich.

Wird eingefettete Wolle dicht zusammengehäuft aufbewahrt, so geschieht es zuweilen, daß sie sich beträchtlich erhitzt, ja sogar entzündet; die nämliche Erfahrung hat man mit dem wollenen Garne gemacht, wenn es zusammengepackt war (da das Oel erst nach dem Verweben herausgeschafft wird), am öftesten aber mit den Wollabfällen vom Kratzen und Spinnen, weil hauptsächlich diese auf Haufen geworfen ohne Aufsicht sich selbst überlassen zu werden pflegen. Indem nämlich das Oel an den Wollhaaren in sehr dünner Lage auf eine ungemein vergrößerte Gesammtfläche ausgebreitet ist, geht die Absorption des atmosphärischen Sauerstoffs, welcher unter gewöhnlichen Umständen

von dem Oele nur sehr langsam aufgenommen wird, hier außerordentlich rasch von Statten, und dieß hat die Entwickelung von Wärme zur Folge. Die mit Oelsäure gefettete Wolle ist der Selbstentzündung nicht unterworfen.

Der große Oelverbrauch zum Einfetten der Wolle vertheuert die Fabrikation nicht unbeträchtlich; man ist daher auf gänzliche oder theilweise Ersparung des Oeles bedacht gewesen, hat aber das Ziel nur in sehr beschränktem Maße erreicht. Zwar kann man Emulsionen von Oel mit Seifenwasser oder mit schwacher Aetzlauge statt reinen Oels gebrauchen; diese Surrogate sind jedoch nicht bei der Fabrikation feiner Waare anwendbar, und taugen überhaupt nur in dem Falle, daß die Wolle ohne Aufschub gekratzt und gesponnen wird, am besten bei feuchter Witterung; im Liegen der Wolle, und selbst während ihrer Verarbeitung bei trockenem warmem Wetter trocknet die Masse aus, und es gebricht dann der Wolle an der nöthigen Schlüpfrigkeit. Man bereitet Zusammensetzungen der vorerwähnten Art nach folgenden beiden Vorschriften: 1) Es wird weiße Seife (10 Pfund) in Fluß- oder Regenwasser (87 Pfund) aufgelöset, Baumöl (24 Pfund) dazu gegossen, und das Ganze geschlagen und geschüttelt, bis es eine gleichartige weiße Flüssigkeit bildet; 11 Pfd. hiervon sollen 10 Pfd. Oel in der Anwendung ersetzen können. 2) Man bereitet mit 1 Theile wasserfreier gereinigter Soda, 2 Theilen gebranntem Kalk und 53 Theilen Wasser eine Aetzlauge, zieht dieselbe klar ab und schüttelt sie mit einem gleichen Maße Baumöl zusammen, wobei eine milchige Flüssigkeit entsteht, welche der Mischung von Oel und Seifenauflösung im Aussehen und in der Wirkung ähnlich ist. — Der in Frankreich gemachte und eine Zeit lang vielbesprochene Versuch, die Wolle durch Behandlung mit Wasserdampf vorzubereiten, wonach sie gänzlich ohne Einfetten sollte versponnen werden können, hat — so viel bekannt — sich nicht bewährt.

## III. Die eigentlichen Spinnerei-Arbeiten (Streichwoll-Spinnerei).

Durch das Wolfen, zuerst vor und dann nach dem Einfetten, hat die Wolle einen solchen Grad von Reinheit und Lockerheit

angenommen, daß nunmehr zu einer tiefer eindringenden, jedes einzelne Wollhaar in Anspruch nehmenden Bearbeitung geschritten werden kann, um hierdurch sowohl die Auflockerung zu vollenden, als die Haare mehr zu ordnen und auch noch die letzten an oder zwischen denselben hängenden kleinen Unreinigkeiten zu beseitigen. Dieß alles ist die Aufgabe des Kratzens. Aus der gekratzten Wolle werden zunächst grobe und lose Fäden gebildet, welche als Grundlage und Vorbereitung zu dem wirklichen Garnfaden den Namen Vorgespinnst führen: dieß geschieht vermöge der Operation des Vorspinnens. Endlich findet durch eine letzte Arbeit das Feinspinnen, die Umwandlung des Vorgespinnstes in Garn, Statt. An die Beschreibung der drei eben aufgezählten Spinnerei-Prozesse — des Kratzens, Vorspinnens und Feinspinnens — wird das Nöthige über Haspelung und Feinheitsbezeichnung der Streichgarne sich anschließen müssen.

a) Kratzen (Streichen, Krempeln, Kardätschen).

Die auf das Einfetten und letzte Wolfen der Wolle unmittelbar folgende Operation des Kratzens, welche auch die anderen vorstehenden Namen führt, wird mittelst Kratz- oder Krempelmaschinen verrichtet, welche wesentlich aus einer Anzahl mit feinen Drahthäckchen besetzter Walzen bestehen. Bei der folgenden Beschreibung dieser Maschine muß dasjenige als bekannt voraus gesetzt werden, was im Artikel Baumwollspinnerei (Bd. I, S. 514—515) und im Art. Krempeln (Bd. VIII, S. 528 u. f.) hierauf bezüglich vorgekommen ist. Nachzutragen dürfte Einiges sein, was die Dimensionen der von Eisendraht gemachten Kratzenhäckchen betrifft: An diesen Häckchen (perspektivische Ansicht Fig. 5, Taf. 463) sind die Winkel der Biegungen bei c und d rechte (90°), jene bei b und e messen nach Untersuchung verschiedener Proben 144 bis 152 Grad. Der mittlere (unterhalb des Leders befindliche) Theil c d ist desto kürzer, je dichter beisammen die Häckchen stehen sollen, und mißt demnach von 0. 125 bis 0. 19 oder 0. 20 Zoll; die Länge der Schenkel c b und d e beträgt 0. 21 bis 0. 24 Zoll, woran ein 0. 08 bis 0. 125 Zoll langer Theil im Leder steckt, so daß oberhalb dieses Letztern bis an die Biegungen bei b, e nur 0. 115 bis 0. 16 Zoll

frei steht; endlich ist das Maß von b oder e nach den Spitzen a, f (an neuen Kratzenbeschlägen, die noch nicht durch das Schleifen abgenutzt sind) 0. 15 bis 0. 20 Zoll. Die Dicke des Drahtes, woraus die Häkchen bestehen, bezeichnet man nach Nummern, welche auch den Kratzenbeschlägen selbst beigelegt werden; ich fand sie beispielweise an

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nr. 12 | = | 0. 0150 | Wien. | Zoll |
| » 18 | = | 0. 0124 | » | » |
| » 20 | = | 0. 0116 | » | » |
| » 24 | = | 0. 0105 | » | » |

Im Allgemeinen stehen die Häkchen in dem Leder desto gedrängter, je feiner sie sind; doch gilt dieß keineswegs so streng, daß nicht Häckchen von gleicher Feinheit bald etwas dichter bald etwas weitläufiger gesetzt würden. An einigen vor mir liegenden Proben finde ich auf 1 W. Quadratzoll Fläche

| | |
|---|---|
| von Nr. 18 . . . . . . . . . . | 320 Spitzen, |
| » » 20 . . . . . . 304 bis | 480 » |
| » » 24 . . . . . . . . . . . | 506 » |

d. h. in jedem dieser Fälle halb so viel Doppelhäckchen wie eins in Fig. 5 abgebildet ist.

Das Kratzen der Wolle hat zunächst den Erfolg, daß die Haare gerade und parallel (in der Richtung, nach welcher die mit Häckchen besetzten Walzenoberflächen sich bewegen) ausgestreckt werden; zugleich aber wird die Wolle innig gemengt und zu einer gleichförmigen lockern Masse umgewandelt, in welcher die Haare nicht mehr flockenweise dichter beisammen liegen; endlich sondern sich die noch vorhandenen kleinen mechanischen Unreinigkeiten ab, welche theils mit Wolle vermengt zwischen den Drahthäckchen der verschiedenen Walzen hängen bleiben, theils unter der Maschine abfallen. Das Kratzen wird wenigstens zwei Mal nach einander, auf etwas verschiedenen Maschinen, vorgenommen. Das erste Kratzen wird im Besondern Schrubbeln, Schrobbeln, Pelzen genannt, und auf der Schrubbelmaschine, Reißkrempel verrichtet, welche auch den Namen Pelzmaschine oder Fellmaschine führt, weil sie die Wolle in Gestalt einer breiten pelzartigen Fläche abgibt. Zum zweiten Kratzen dient eine etwas anders gebaute Maschine, welche Lockenmaschine,

Lockenkrempel heißt, sofern daraus die Wolle in Gestalt wurstartiger etwa fingerdicker Stücke, sogenannter Locken hervorgeht; oder Vorspinnkrempel, wenn sie sogleich (statt Locken) dünne weiche Vorgespinnstfäden, ungefähr von der Stärke eines Bindfadens, erzeugt. Sehr oft wird die ein Mal geschrubbelte Wolle noch auf einer zweiten Pelzmaschine, welche aber der ersten völlig gleicht, bearbeitet und dann erst auf die Lockenmaschine oder auf die Vorspinnkrempel gebracht, überhaupt also drei Mal gekratzt. In England baut man öfters zu diesem Behufe zwe Schrubbelmaschinen in einem Gestelle hinter einander, so daß die Wolle von selbst aus der ersten in die zweite übergeht, ohne auf dem Uebergangspunkte in einen Pelz verwandelt zu werden (doppelte Schrubbelmaschinen). Melirte Wolle kratzt man sogar — zu besserer Vermengung der Farben — vier Mal, nämlich drei Mal auf Pelzmaschinen und zuletzt anf der Lockenmaschine oder Vorspinnkrempel.

1. Die Kupfertafel 463 enthält Zeichnungen einer Schrubbel- oder Pelzmaschine*). Fig. 1 ist ein senkrechter Längendurchschnitt, Fig. 2 der Seitenaufriß, Fig. 3 der Grundriß. Um zuerst eine allgemeine Uebersicht des Baues und der Wirkung dieser Maschine zu erlangen, benutze man vorzugsweise den Durchschnitt Fig. 1.

Ein Arbeiter breitet mit den Händen die Wolle auf einem horizontal über zwei Walzen a, b ausgespannten endlosen Stück Leinwand c, c (Vorlegtuch, Speisetuch, Tisch) gleichmäßig aus. Durch die der Walze b mitgetheilte Umdrehnng geht der obere Theil des Tuches, wie der beigesetzte Pfeil andeutet, mit der auf ihm liegenden Wolle stetig gegen das Innere der Maschine hin; die achtkantige Gestalt der Walzen sichert das richtige Mitnehmen des Tuches, welches Letztere einem glatten Zy-

*) Da im Folgenden nicht alle im Baue der Schrubbelmaschinen vorkommenden Abweichungen berührt werden können, so ist es gut auf die mit sehr ausführlichen Abbildungen begleitete Beschreibung einer solchen, manche Eigenthümlichkeiten darbietenden, Maschine zu verweisen, welche sich in den Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen (15. Jahrgang, 1836, S. 52) befindet.

linder nicht so gut folgen würde. Indem die Wolle über die Walze b heraustritt, wird sie von zwei kleinen mit Kratzenbeschlag überzogenen Einziehwalzen (Einlaß- oder Speisewalzen) f, f gefaßt, welche sie zwischen sich nehmen und der Trommel (großen Trommel, Haupttrommel) g darbieten, wie aus der nach größerem Maßstabe gezeichneten Fig. 6 am deutlichsten sich ergibt. Die Trommel g ist ein hohler Zylinder von ungefähr 3 Fuß Durchmesser und $2\frac{1}{2}$ (an manchen Maschinen dieser Art auch bis 4) Fuß Länge, gebildet aus einer schmiedeisernen Achse h, drei auf dieser befestigten sechsarmigen gußeisernen Rädern mit glattem Kranze, und einem auf diesen Rädern angeschraubten Holzmantel, welcher rundum mit Kratzenblättern (Bd. I. S. 525) bezogen ist. Ihre Länge bestimmt jene aller übrigen Walzen und dadurch die Breite der ganzen Maschine. Sie dreht sich mit großer Geschwindigkeit — 85 bis 90 Umläufe in der Minute — nach derjenigen Richtung, in welcher die Drathhäkchen ihres Beschlages geneigt sind. Die Bearbeitung der Wolle findet zwischen der Trommel und mehreren oberhalb derselben angebrachten kleineren, ebenfalls mit Kratzen umkleideten Walzen statt, welche Letzteren hier denselben Dienst zu leisten haben, der bei den Baumwollkratzmaschinen durch die Kratzdeckel (Bd. I. S. 515) verrichtet wird. Da die Oberfläche dieser Walzen nicht wie jene der erwähnten Deckel unbeweglich ist, sondern durch die Umdrehung fortrükt, so daß jede Stelle ihres Umkreises gleichsam nur augenblicklich der Wirkung der Trommel ausgesetzt ist; da ferner wegen der zylindrischen Gestalt der gegen einander wirkenden Kratzenflächen (auf der Trommel einerseits und auf den kleinen Walzen andererseits) die zur Zeit sich gegenüberstehenden Theile nur schmal sind: so ist einleuchtend, wie durch diese Konstruktion die Wolle weniger angegriffen, weniger dem Zerreißen ausgesetzt wird, als wenn man sie (gleich der Baumwolle) auf einer Maschine mit flachen unbeweglichen Deckeln kratzen würde. Dieß ist ein sehr wesentlicher Umstand, weil die Wolle wegen ihrer größeren Länge, natürlichen Kräuselung und Neigung zum Zusammenfilzen in der That eine behutsamere und schonendere Behandlung erfordert, als Baumwolle.

Die in Rede stehenden kleinen, etwa ein Drittel der Trommelperipherie umgebenden, Walzen sind massiv von Holz gemacht (jedoch des Werfens und Aufspaltens wegen aus keilförmigen Stücken zusammengesetzt), auf schmiedeiserne Achsen gesteckt, übrigens von zweierlei Art: Arbeitswalzen, Arbeiter i, welche 6 bis 7 Zoll Durchmesser und eine sehr langsame Umdrehung haben; und Wendewalzen, Wender l, deren Durchmesser 3 bis 3½ Zoll beträgt, deren Umdrehungsgeschwindigkeit aber sehr groß ist. Ein Arbeiter und ein Wender gehören zusammen und liegen sehr nahe bei einander und gemeinschaftlich sehr nahe an der Trommel g, jedoch weder hier noch dort so nahe, daß gegenseitige Berührung der Drahthäckchen stattfinden könnte. Vier solche Walzenpaare (bei einigen Maschinen nur drei, bei anderen hingegen fünf) sind vorhanden. Jede Wendewalze liegt vor ihrer Arbeitswalze, d. h. näher gegen die Einziehwalzen f, f hin. Die Richtung der Umdrehung ist bei beiden übereinstimmend, die Neigung der Häkchen aber entgegengesetzt, wie deutlicher aus der Detailzeichnung Fig. 7 entnommen werden kann. Mit Hülfe dieser letztern erklärt sich die Wirkungsweise der Walzen folgender Maßen. Bringen die Häkchen der Trommel g Wolle herbei, so gehen sie mit derselben unangefochten unter dem Wender l vorbei, weil dessen Häkchen übereinstimmend geneigt sind, sich also nicht entgegensetzen, und zugleich in derselben Richtung (wenngleich nicht ganz so schnell) fortschreiten. Anders ist das Verhalten des Arbeiters i, dessen Häkchen denen der Trommel g entgegen geneigt sind und überdieß nur sehr langsam vor denselben zurückweichen. Aus diesen beiden Gründen fängt der Beschlag auf i einen Theil der an den Trommelhäkchen sitzenden Wolle auf, hält ihn zurück, während die Trommel mit dem andern Theile weiter geht, und veranlaßt so ein Auseinanderziehen und Ausstrecken der Haare. Da indeß der Arbeiter i durch seine langsame Drehung fort und fort neue Stellen seines Umkreises gegen die Trommel kehrt, so treten nachher die mit Wolle beladenen Theile dem Wender l gegenüber. Dieser, vermöge seiner weit rascheren Bewegung und der übereinstimmenden Neigung seiner Häkchen, kämmt die Wolle vom Arbeiter i ab, und führt sie im Verlaufe seiner fort-

fahrenden Drehung sogleich wieder an die Trommel g', welche ihrerseits aus l ebenso das Material wieder ablöset, wie l es von i übernommen hat, da die Peripheriegeschwindigkeit der Trommel jene des Wenders übertrifft. Somit kommt die mittelst des Wenders auf die Trommel zurückgebrachte Wolle noch ein Mal unter die nämliche Arbeitswalze, und ist länger der Bearbeitung ausgesetzt. Wenn man die Walzenpaare i, l in der Reihenfolge zählt, wie sie eins nach dem andern die Wolle in Empfang nehmen — d. h. von den Einziehwalzen f, f, anfangend; — so muß das erste Paar etwas weniger nahe an der Trommel stehen als das zweite, dieses etwas weniger nahe als das dritte, u. s. f. Dadurch bewirkt man, daß die Wolle nur nach und nach stärker angegriffen, also weniger der Gefahr einer Beschädigung ausgesetzt wird. Nach der letzten Arbeitswalze i folgt eine größere (9 bis 10 Zoll im Durchmesser haltende), sehr schnell umlaufende Walze k — der Läufer, Schnellläufer, die Schnell- oder Fixwalze, — deren Drahthäkchen lang und wenig gebogen sind, und jene der Trommel g zart berühren, ohne jedoch zwischen dieselbe einzugreifen. Die große Länge der Läuferhäkchen (der Theil a b, e f, Fig. 5 mißt an ihnen einen halben Zoll, der Theil b c, d e ein Fünftel bis ein Viertel Zoll) verleiht ihnen einen höheren Grad von Biegsamkeit oder Weichheit; zugleich ist die Umdrehungsrichtung eine solche, daß — wie aus der Zeichnung zu erkennen — nicht ihre Spitzen, sondern ihre gebogenen Rückseiten vorausgehen, und die Peripheriegeschwindigkeit größer als jene der Trommel. Vermöge dieser Anordnung wirken sie ungefähr wie die Außenseiten einer Hand bei leicht gebogenen Fingern thun würde, d. h. sie streichen die in den Häkchen der Trommel sitzende Wolle (welche durch die Zentrifugalkraft theilweise sich davon abzulösen strebt) glatt, damit sie hernach von der sogleich zu erwähnenden Kammwalze regelmäßig aufgenommen werden kann. Wenn man den Läufer, statt mit Drathhäkchen, mit weichen langen Bürsten aus Schweinsborsten besetzt, so erfüllt er seinen Zweck ebenfalls sehr gut, und schont zugleich mehr den Beschlag der Trommel. Der Körper des Läufers ist entweder massiv aus Holz gemacht oder, besser, nach Art der Trommel g hohl hergestellt.

Nahe unter dem Läufer befindet sich der **Abnehmer**, die **Kammwalze**, **kleine Trommel**, **Streichtrommel** m, von 12 bis 16 Zoll Durchmesser, mit Kratzenbeschlag in der Art bekleidet, daß die Häkchen nach derselben Richtung geneigt stehen wie auf dem Läufer k und den Arbeitern i. Die Bestimmung dieser Walze (welche ganz der großen Trommel g ähnlich aus eisernem Gerippe und hölzernem Mantel konstruirt wird) ist, die Wolle von der Trommel g aufzunehmen, so daß letztere in der jeweilig unten befindlichen Hälfte ihres Umkreises fast keine Wolle mehr zurückhält, mithin deren Beschlag im frischen arbeitsfähigen Zustande nach den Einziehwalzen f, f zurückkehrt, um neue Wollportionen in Empfang zu nehmen. Große und kleine Trommel liegen einander äußerst nahe, jedoch ohne sich wirklich zu berühren. An der Stelle, wo sie zusammen arbeiten, stehen die Häkchen auf m jenen auf g entgegen; beider Oberflächen bewegen sich hier in übereinstimmenden Richtungen, jedoch geht die Peripherie von m sehr viel langsamer als jene von g: hieraus folgt, daß die Wolle, welche mit den Häkchen der Trommel g herbeikommt, von den Häkchen der Kammwalze m aufgefangen und zurückgehalten wird.

Bei ihrer stetigen Umdrehung müßte so die Kammwalze sich sehr bald und überreichlich rundum mit Wolle beladen, wenn nicht an einer der Trommel gegenüberliegenden Stelle ihrer Peripherie fort und fort die Wolle abgelöset würde, wonach denn die jeweilig obere Hälfte des Umkreises entblößt und rein erscheint.

Das Ablösen der Wolle aus den Häkchen der Kammwalze geschieht mittelst eines schnell in kleinen Zügen auf und niedergehenden stählernen **Kammes** (auch **Hacker** genannt), welcher bei jedem Aufsteigen sich etwas von der Walze entfernt, bei jedem Niedergange aber an derselben herstreift, die Drahthäkchen zart berührt und in der Richtung ihrer geneigten Stellung streicht. Dieser Kamm ist auf der der Walze m zugewendeten Fläche einer hölzernen Leiste o mittelst Schrauben befestigt, und besteht entweder aus einer einzigen 1 Zoll breiten Schiene oder (gewöhnlicher) aus fünf oder sechs Stücken, welche an einander gelegt und jedes für sich angeschraubt werden. Fig. 8 zeigt (auf ein Drittel der wirklichen Größe reduzirt) die Ansicht eines solchen Stückes mit sei-

nen vier versenkten Löchern n für die Schraubenköpfe. Die Zahnung, welche hier wegen der Kleinheit des Maßstabes nur angedeutet werden konnte, erkennt man besser aus der in wirklicher Größe gezeichneten Fig. 9, womit die daneben stehende Endansicht A verglichen werden muß. Es sind in der nach unten gerichteten Kante des Stahlblattes stumpfe Zähne p, p (16 auf je 1 Zoll Länge) ausgearbeitet, welche sich etwas verjüngen ohne eigentlich Spitzen zu haben; von der auf dem Holze o (Fig. 1) liegenden Fläche aus ist eine Abschrägung oder Facette q (Fig. 9, A) angelegt, so daß auch hierdurch eine Verjüngung der Zähne entsteht.

Indem der Kamm die dünne Wollbekleidung der kleinen Trommel m gleichsam von dieser abschält, wie ein Messer die Schale eines Apfels hinwegnimmt, bleibt die Wollmasse zusammenhängend und bildet eine höchst zarte, lockere Fläche von einer Breite, welche gleich ist der Breite der Maschine von einem Ende ihrer Walzen zum andern. Dieß ist, was man das Vließ, Fell oder den Pelz nennt. Das Vließ wird unter dem Kamme heraus — wie die punktirte Linie r in Fig. 1. andeutet — nach dem Aufroller (der Fell- oder Pelztrommel) s geführt, und hiervon nach Maßgabe seiner Herausförderung aufgewickelt. Der Aufroller ist eine 25 bis 28 Zoll im Durchmesser haltende, leicht gebaute Trommel, welche aus einer schmiedeisernen Achse, zwei darauf festsitzenden vierarmigen hölzernen Rädern und einem auf den glatten Radkränzen angenagelten dünnen Holzmantel besteht. Durch die vielfache Uebereinanderlagerung des Pelzes auf dieser Trommel entsteht eine dickere, sehr starker Watte ähnliche Masse, welche man im gehörigen Zeitpunkte nach einer zur Trommelachse parallelen Linie aufreißt, und flach ausgebreitet der weiteren Bearbeitung übergibt. Damit die einzelnen Lagen des zarten Pelzes bei ihrer Aufwickelung etwas gepreßt, und dadurch sowohl schlicht gelegt als zu einem Ganzen vereinigt werden, ist die kleine hölzerne Walze t vorhanden, deren eiserne Zapfen keine eigentlichen Lager haben, sondern sich nur gegen zwei schräge eiserne Winkelstücke u (Fig. 2, 3) anlehnen.

(Auf den oben erwähnten doppelten Schrubbelmaschinen geht die Wolle von dem Abnehmer m der ersten Maschine

ohne Weiteres auf die Trommel g der zweiten Maschine über, so daß also nur Letztere mit einem Kamme und einem Aufroller versehen ist.)

Es wird nunmehr zunächst das Gestell der Maschine in Betracht zu ziehen sein. Die Haupttheile desselben sind zwei gußeiserne durchbrochene Seitenwände A A A (Fig. 2) und B B B (Fig. 1), von welchen in Fig. 3. nur die langen horizontalen Oberriegel theilweise bei A, B sichtbar werden. Zur Zusammenhaltung dieser Wände dienen die zwei dazwischen eingesetzten und mittelst Bolzen v, v befestigten, ebenfalls aus Eisen gegossenen, rahmenartigen Querstücke C, C (Fig. 1). Auf dem Oberriegel einer jeden der Wände A, B ist mittelst zweier Bolzen w, w (Fig. 1, 2) ein gitterartig durchbrochener gußeiserner Bügel befestigt, dessen Krümmung — konzentrisch mit dem Mantel der Trommel g — etwas mehr als die Hälfte eines Kreises umfaßt, wie am deutlichsten Fig. 2 zu erkennen gibt. Die Lager der Trommel g, von welchen eins bei x, x in letztgenannter Figur zu sehen ist, sind mit den erwähnten Oberriegeln aus einem Ganzen gegossen; jene der Arbeitswalzen i und Wendewalzen l haben ihren Platz auf den Bügeln D. Um die hierzu dienliche Anordnung zu erläutern, ist in Fig. 4 ein Theil eines solchen Bügels nebst einigen der Lager abgesondert gezeichnet. Die langen schmiedeisernen Schäfte y gehören den Arbeitern i an, die kurzen $f^1$ den Wendern l; Beide tragen oben messingene Köpfe $d^1$, $e^1$ mit runden Ausschnitten für die Walzenzapfen, sind von da an auf eine gewisse Länge vierkantig, und endigen unten als Schraubenspindeln. Der vierkantige Theil geht durch den äußeren Kreis des Bügels D, worin für y, y passende quadratische Löcher, für $f^1$, $f^1$ hingegen etwas geräumige Schlitze (längliche Löcher) sich befinden. Die mit Schraubengewinden versehenen Enden der Lagerschäfte gehen durch glatte Oeffnungen des inneren Bügelkreises und tragen außerhalb und innerhalb desselben eiserne Schraubenmuttern $a^1$, $a^1$; $b^1$, $b^1$. Hierdurch ist es leicht, die Arbeits- und Wendewalzen in dem Maße der großen Trommel (g, Fig. 1) zu nähern, wie die richtige Wirkung erfordert. Die Wender l erfordern aber noch eine andere, nicht minder genau zu bewerkstelligende Stellung, nämlich in Bezug zu ihren Arbeitswalzen i,

Demgemäß ist mit jedem der Lagerschäfte f', unter rechtem Winkel davon ausgehend, eine Schraube g' verbunden, welche in einem gabelförmigen Ansatze z des Bügels D liegt, und zu beiden Seiten desselben Stellmuttern c' c' aufnimmt. Um Klemmungen zu vermeiden, sind die Schrauben g' an den Schäften f' nicht starr befestigt, sondern treten lappenförmig in einen senkrechten Spalt derselben ein, und hängen darin drehbar auf einem horizontalen Stifte, welcher in der Zeichnung durch einen starken Punkt ausgedrückt erscheint.

Zur Anbringung des Speisetuches c ist oben auf den betreffenden äußersten Enden A', B' der Gestellswände A, B (s. Fig. 1, 2) mittelst Bolzen h', h' (Fig. 2, 3) eine hölzerne Tafel d (Fig. 1, 2, 3) angeschraubt, auf welcher wieder zwei parallele Leisten, e, e — jede durch zwei Bolzen i', i' — befestigt sind. In dem von diesen Leisten eingeschlossenen Raume befindet sich das endlose Tuch c in der Art ausgespannt, daß die Tafel d zwischen dem obern und dem untern Zweige desselben liegt, wie man aus Fig. 1 erkennt. Die Tafel dient somit dem obern Zweige des Tuches, worauf die Wolle vorgelegt wird, als eine Unterstützung, um die biegsame Leinwand flach zu erhalten. Die beiden hölzernen Walzen a und b, um welche das Tuch zirkulirt, finden Raum in Ausschnitten der Tafel d, welche für deren Zapfen die Lager in folgender Weise darbietet. Einerseits sind zwei Fortsetzungen k', k' der Tafel vorhanden, welche nicht nur für die Tuchwalze b, sondern auch für die zwei Einziehwalzen f, f (Fig. 1) die Lager enthalten; andererseits lagert die Tuchwalze a in zwei Holzstücken l', l', welche mittelst Bolzen m', m' dergestalt an der Tafel d befestigt sind, daß sie einer Verschiebung, wie sie zum Anspannen des Tuches erfordert wird, fähig bleiben (s. Fig. 3).

Statt des leinenen Vorleg- oder Speisetuchs bedient man sich oft und vortheilhaft eines aus Riemen und Holzstäbchen in folgender Weise zusammengesetzten Apparates: Vier aus starkem Leder etwa 1½ Zoll breit geschnittene Riemen ohne Ende sind um die beiden Walzen a, b parallel und in gleichen Abständen gespannt; auf dieselben werden, rechtwinkelig gegen den Lauf der Riemen, dicht an einander, halbrunde hölzerne Stäbchen von

½ Zoll Breite und fast ⅛ Zoll größter Dicke mit der flachen Seite gelegt und mittelst kleiner Drathstifte angenagelt. Es entsteht auf diese Art eine genügend biegsame, sich nicht streckende nicht schiefziehende, sehr dauerhafte Fläche ohne Ende. Zur vollständigen Erläuterung zeigt, auf Taf. 462, Fig. 3 den Grundriß der Riemen a, a, a, a mit mehreren Stäbchen b, b nach demselben verjüngten Maßstabe, welcher auf Taf. 463 gebraucht ist; Fig. 4 aber das Profil eines Riemens und einiger Stäbchen in wirklicher Größe.

Der Läufer k (Tafel 463, Fig. 1) wird an seinen Zapfen von zwei Armen n′ n′ der eisernen Bügel D, D getragen; um dessen Stellung gegen die große Trommel g reguliren zu können, sind die Zapfenlager auf jenen Armen schiebbar, wo sie mittelst der Stellschrauben o′, o′ eine feine Bewegung empfangen und alsdann durch Schraubenmuttern bei q′, q′ an dem ihnen angewiesenen Orte gehalten werden: alles dieses erkennt man genügend bei Vergleichung der Fig. 2 und 3.

Mittelst einer der eben erwähnten ganz gleichen Vorrichtung bei p′, p′ sind die Zapfenlager der Kammwalze m zu adjustiren, welche direkt auf den Oberriegeln der Gestellswände A, B ihren Platz haben. Von eben diesen Oberriegeln gehen schräg niederwärts zwei eiserne Arme r′ r′ aus (der eine in Fig. 1, der andere in Fig. 2 sichtbar), deren hakenförmig nach oben gekröpfte Enden die Lager der Pelztrommel s aufnehmen. Die eisernen Winkelstücke u, u, an welche die Zapfen der dünnen Druckwalze t sich lehnen, sind ebenfalls auf den Oberriegeln der Wände A, B, angeschraubt, wie eine Vergleichung der Fig. 2 und 3 nachweiset.

Eine etwas ausführlichere Erklärung fordert die Anbringung des Kammes, oder vielmehr der hölzernen Leiste o, woran dieser sich befindet: hierzu sollen die Detailabbildungen Fig. 4 und 5, auf Taf. 464, mit benutzt werden. Fig. 4. zeigt einen Aufriß des Kammgestelles vom Ende der Maschine aus gesehen; Fig. 5 die Seitenansicht eines seiner Arme. Die schmiedeiserne Achse einer von dem Riemen 14 umgedrehten Scheibe 9, in Fig. 4 nach ihrer ganzen Längenausdehnung zu sehen, läuft mit ihren Hälsen $h^2$, $h^2$ in Lagern, welche auf zwei horizontalen eisernen Trägern wie $d^2$ (Taf. 463, Fig. 1, 2) angebracht sind. Diese Träger selbst haben

ihre Befestigung an der durchbrochenen Querwand C des Hauptgestells (Taf. 463, Fig. 1). Die Enden der Achse sind dergestalt gekröpft, daß sie Krummzapfen $i^2$, $i^2$ (Taf. 464, Fig. 4) von 1¼ Zoll Länge bilden, an deren Warzen die aufrechten hölzernen Arme $a^2$, $a^2$ eingehangen werden. Die für diesen Zweck verbreiterten und aufgeschlitzten unteren Enden der gedachten Arme werden jeder mittelst eines mit Flügelmutter versehenen Schraubbolzens $k^2$ in solchem Maße zusammengeklemmt, daß in ihren Löchern den Krummzapfenwarzen kein unnöthiger Spielraum bleibt. Oben sind auf den Außenflächen der Arme $a^2$, $a^2$, als Verlängerung derselben, eiserne Schienen $g^2$, $g^2$ angeschraubt, welche als cylindrische Spindeln endigen. Auf jeder dieser Spindeln steckt lose eine messingene Hülse mit zwei horizontalen Zapfen $e^2$, $e^2$; in dem flachen Theile der Schienen $g^2$ hingegen ist ein Schlitz (Fig. 5) zur Befestigung der Kammstange o. Wie man nämlich aus Fig. 4 sieht, befindet die Kammstange sich zwischen den Schienen $g^2$, $g^2$; an jedem ihrer Enden ist mittelst dreier Schrauben der blattförmige Theil eines eisernen Zapfens befestigt, welcher durch den Schlitz geht und außerhalb eine Schraubenmutter $f^2$ trägt. Vermöge dieser Anordnung kann man den Kamm um jene Zapfen drehen (also die Neigung seiner Fläche gegen die Horizontale erforderlich reguliren), auch ihn höher oder tiefer setzen und in jeder ihm gegebenen Lage befestigen. Zur Anbringung des Kammgestells in der Maschine dienen (Taf. 463, Fig. 1, 2, 3) zwei eiserne auf den Riegeln A, B angeschraubte Ständer $b^2$, $b^2$, welche oben die Gestalt von kleinen horizontalen viereckigen Rahmen $c^2$, $c^2$ haben. Durch die Oeffnungen dieser Rahmen gehen die spindelförmigen Enden $g^2$, $g^2$ der Arme $a^2$, $a^2$, und zugleich finden die Zapfen $e^2$, $e^2$ in den Rahmen selbst ihre Lager. Demzufolge ist den Armen $a^2$ ebensowohl das von den Krummzapfen $i^2$ veranlaßte Auf- und Niedergehen, als die damit verbundene Schrägstellung gestattet.

Die Bewegung aller Theile der Schrubbelmaschine geht von der großen Trommel g aus, an deren Achse h sich die durch einen Riemen umgetriebene Scheibe s′ (Taf. 463, Fig. 3) befindet. Die Mechanismen zur Fortpflanzung der Bewegung sind theils aus Fig. 1, theils aus Fig. 2 zu ersehen, und werden sich besonders

bei einer Vergleichung dieser beiden Abbildungen mit dem Grundrisse Fig. 3 erklären. Zunächst findet man auf der in Fig. 2 dargestellten Seite, außerhalb des Gestelles, an der Trommelachse ein 10zähniges Getrieb 1, von welchem ein Stirnrad 2, von 60 Zähnen, umgedreht wird. Auf der Achse dieses Letztern sitzt zugleich eine kleine sternartig verzahnte Scheibe 3, deren 12 Zähne eine lange Kette ohne Ende t' t' treiben, indem sie in die Oeffnungen der Kettenglieder eingreifen. Die Kette ist nämlich von der Art, welche im Artikel Ketten, Bd. VIII. S. 371, beschrieben und durch Fig. 11 auf Taf. 164 erläutert wurde. Wenn man den Lauf derselben in Fig. 2 (Taf. 463) verfolgt, so sieht man, daß sie etwa ein Viertel von dem Umkreise der Scheibe 3 berührt; dann über ein ähnliches sternförmiges 36zähniges Rad z' geht, welches sich auf der Achse der Kammwalze m befindet; hierauf vier kleinere solche Räder y', y', y', y' an den Achsen der Arbeitswalzen i, i, i, i — jedes von 18 Zähnen — umschlingt; und über ein letztes (30zähniges) Rad x' nach 3 zurückkehrt. Nahe vor 3 läuft sie noch über eine kleine Sternscheibe u' weg, deren Drehachse durch einen in dem zweiarmigen Hebel y' steckenden Zapfen gebildet wird. Indem nun das entgegengesetzte Ende dieses Hebels durch ein daran hängendes Gewicht w' niederwärts strebt, empfängt die Kette t' die ihr nöthige Leitung und Spannung.

Mit dem Kettenrade x' ist ein 10zähniges Getrieb 5 verbunden (s. Fig. 3), durch dessen Eingriff das Stirnrad 4 (60 Zähne) in Umdrehung gesetzt wird; Letzteres aber befindet sich auf der Achse der untern Einziehwalze f, und gibt daher dieser die Bewegung. Innerhalb des Gestells trägt ferner die nämliche Achse ein (in keiner der Abbildungen sichtbares) Getrieb von 16 Zähnen, welches mit einem ganz gleichen Getriebe der obern Einziehwalze f direkt, und mit einem ebenfalls 16zähnigen Getriebe 6 an der Tuchwalze b vermittelst eines kleinen Zwischengetriebes im Eingriff steht, so daß die drei Walzen b, f, f (Fig. 1) gleich viel Umdrehungen, und zwar in den durch die Pfeile angedeuteten Richtungen machen.

Auf der entgegengesetzten Seite der Maschine, und zwar innerhalb des Gestelles, trägt die Achse der großen Trommel g

eine eiserne Riemenscheibe 7 (Fig. 1, 2) von 24 Zoll Durchmesser. Mitten unter der Trommel, und parallel zu deren Achse, liegt eine schmiedeiserne Welle 13, worauf zwei hölzerne Riemenscheiben von einerlei Größe ($11\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser) angebracht sind: die eine von diesen befindet sich gerade unter der schon erwähnten Scheibe 7 der Trommel; die andere (wodurch jene in Fig. 1 und 2 verdeckt ist) findet man mit 8 bezeichnet, und von ihr wird mittelst des Riemens 14 die $5\frac{3}{4}$zöllige (schon oben erwähnte) hölzerne Scheibe 9 getrieben. Jede der Wendewalzen l, l, l, l trägt auf ihrer Achse eine 6zöllige eiserne Riemenscheibe 11, der Läufer k aber eine 5zöllige Scheibe 12, welche in Fig. 1, 2 nur durch einen punktirten Kreis hat angedeutet werden können. 10, 10 (in allen drei Ansichten der Maschine) ist ein breiter und starker Riemen, dessen etwas komplizirter Lauf bei aufmerksamer Besichtigung der Zeichnungen richtig erkannt werden wird. Er umschlingt etwa drei Viertel vom Umkreise der Trommelscheibe 7, kommt unterhalb der zunächst am Läufer k befindlichen Wenderscheibe 11 herauf und berührt etwa die Hälfte von deren Peripherie, streicht ferner oberhalb an den übrigen drei Scheiben 11, 11, 11 her, geht dann schräg hinab, unter der hinter 8 auf Welle 13 befindlichen Scheibe durch, läuft von da schräg in die Höhe, umfaßt die halbe Peripherie der Scheibe 12 am Läufer k, und kommt endlich wieder auf die Trommelscheibe 7 zurück. Auf diese Weise werden von der Trommel g sämmtliche vier Wendewalzen l, l, l, l und der Läufer k in Gang gesetzt. — Die Scheibe 18 an der Kammwalze m (s. Fig. 3) wird für gewöhnlich nicht gebraucht; sie ist nur vorhanden, damit man einen Riemen darauf legen und die Walze schnell umtreiben kann, wenn deren Beschlag geschliffen werden muß (vergl. Bd. VIII. S. 551).

Die Pelztrommel s empfängt ihre Bewegung von der Kammwalze m mittelst der starken (hanfenen oder auch durch Drehung eines dünnen schmalen Lederstreifens gebildeten) Schnur 17, welche gekreuzt über hölzerne Scheiben 15, 16 geschlagen ist. Die Scheibe 15 an der Kammwalze hat zwei Spuren, die eine von 9, die andere von 10 Zoll Durchmesser; diesen entsprechen auf der Scheibe 16 an der Pelztrommel zwei Spuren von $13\frac{1}{2}$ und $15\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Legt man die Schnur in die

beiden kleineren Spuren, so macht auf 1 Umgang der Kammwalze die Pelztrommel $^{90}/_{135}$ oder 0.667 Umgang; bei Benutzung der größeren Spuren hingegen $^{100}/_{155}$ oder 0 645.

Die Bewegung des Kammes 0 endlich entsteht durch den Umlauf der Scheibe 9, welche mittelst des Riemens 14 von der größern Scheibe 8 aus getrieben wird. Es ist aus früherem bekannt, daß die beiden Enden der eisernen Welle, an welcher die Scheibe 9 sitzt, zu Krummzapfen von $1^1/_4$ Zoll Länge gebildet sind, woran die Kammarme $a^2$ eingehangen sind, so daß jede Umdrehung den Kamm $2^1/_2$ Zoll hoch hebt und eben so weit wieder herabzieht. Dabei bringt es die Richtung der Umdrehung mit sich, daß der Kamm beim Niedergange sich der Kammwalze m nähert und mit leiser Berührung an derselben herunter streicht, beim Aufsteigen aber davon zurückgezogen wird um nicht gegen die Spitzen der Drahthäkchen anzustoßen.

Aus den im Vorstehenden mitgetheilten Zähne-Anzahlen der Räder und Getriebe, so wie den ebenfalls angegebenen Durchmessern der Riemen- und Schnurscheiben sind die Geschwindigkeiten der einzelnen an der Maschine vorkommenden Bewegungen leicht zu ermitteln. Wir stellen dieselben in folgender Tabelle zusammen, unter der Voraussetzung, daß die Haupttrommel g in 1 Minute 90 Umläufe mache. Die Durchmesser der mit Kratzenbeschlag versehenen Walzen sind einschließlich dieses Letztern, also an den Spitzen der Drahthäkchen gemessen, zu verstehen.

| Benennung der Maschinentheile | Durchmesser Zoll | Umdrehungen in 1 Minute | Umfangsgeschwindigkeit in 1 Minute Fuß | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|
| Große Trommel g . . | 34 | 90 | 801 1 | 0.6545 Fuß oder 7.854 Zoll ist demnach auch die Geschwindigkeit des Speisetuchs c. |
| Tuchwalze b . . . . . | 2.5 | 1 | 0.6545 | |
| Einziehwalzen f, f, . . | 2 67 | 1 | 0.699 | = 8.388 Zoll. |
| Arbeitswalzen i, i, i, i | 7 | 10 | 18 325 | |
| Wendewalzen l, l, l, l . | 3.5 | 360 | 330 | |
| Läufer k . . . . . . . | 10 | 432 | 1131 | |
| Kammwalze m . . . . | 16 | 5 | 20.935 | = 251.22 Zoll. |
| Scheibe 9 an d. Krummzapfenwelle des Kammes . . . . . . . . | 5 75 | 375 | . . . . | Der Kamm macht demn. 375 Schläge und löset auf jeden Schlag einen $\frac{251.22}{375}$ oder 0.67 Zoll breit. Streif des Vließes ab. |
| Pelztrommel s . . . . | 25 | 3.333 | 21.816 | Wenn die Schnur 17 in den kleineren Spuren der Scheiben 15 und 16 liegt. |
| | | 3.226 | 20.983 | Wenn die Schnur in den größeren Spuren liegt. |

Das Speisetuch c führt also in einer Minute eine Länge = 7.854 Zoll der auf ihm ausgebreiteten Wollmasse vorwärts; die Walzen f, f strecken vermöge ihrer etwas größern Geschwindigkeit diese Wollportion auf 8.388 Zoll; durch die Trommel g wird dieselbe auf einen Raum von 801.1 Fuß = 9613 Zoll auseinandergezogen, d. h. zum 1224fachen des Flächenraums, welchen sie auf dem Tuche c eingenommen hat. Zufolge dieser großen Ausbreitung wird die Wolle in einer außerordentlich dünnen Schichte der Einwirkung unterworfen, welche die Beschläge der Trommel, der Arbeits- und Wendewalzen ausüben. Auf der Kammwalze m sammelt sie sich wieder in dickerer Lage, da sie hier nur mehr 251.22 Zoll Länge einnimmt, 32 Mal so viel als auf dem Speisetuche. Die Pelztrommel s wickelt — je nach

Anordnung der Schnur 17 — in 1 Minute 20.983 Fuß (251.8 Zoll) oder 21.816 Fuß (261.8 Zoll) Vließ auf, also jedenfalls um ein Geringes mehr als die Kammwalze liefert; das Vließ wird demzufolge auf dem Wege von m nach s nicht nur gehörig angespannt, sondern sogar ein wenig gestreckt, und dieß findet in steigendem Maße Statt, wie durch die zunehmende Bewickelung der Durchmesser der Pelztrommel anwächst. Doch tritt hierin sehr bald eine Grenze ein, weil man den Pelz von der Trommel s abnimmt, sobald eine gewisse und zwar nicht sehr beträchtliche Menge Wolle bearbeitet ist. Man wägt nämlich Wollportionen von $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Pfund, wie man sie zu einem Pelze bestimmt, ab; legt eine solche Portion auf das Speisetuch vor, und entfernt den daraus gebildeten Pelz von der Trommel s, wenn der letzte Theil der Vorlage durch die Einziehwalzen f, f gegangen ist. Hierbei wird allerdings das erste Mal das Gewicht des Pelzes um denjenigen kleinen Antheil Wolle verkürzt, welcher im Augenblicke des Abnehmens noch auf den verschiedenen Walzen der Maschine sitzt; allein jeder folgende Pelz empfängt dafür Ersatz durch den Rückstand des Vorhergegangenen, wird demnach vollständig. Je feineres Garn beabsichtigt wird, desto geringer muß das Gewicht des Pelzes sein; dessen schließliche Länge stets dieselbe bleibt, nämlich gleich dem Umfange der Trommel s — im vorliegenden Falle $25 \times 3.1416 = 78\frac{1}{2}$ Zoll. Die zu einem Pelze abgewogene Menge Wolle kann auf dem Tuche c dünner oder dicker vorgelegt werden, d. h. so, daß sie darauf eine größere oder geringere Länge einnimmt: je dünner man vorlegt, desto besser wird die Wolle durchgearbeitet, desto länger dauert aber das Kratzen einer bestimmten Quantität; zu dicke Vorlage erschwert den Gang der Maschine, und schadet sowohl der Wolle als den Kratzenbeschlägen. Durchschnittlich kann als zweckmäßig angenommen werden, die Vorlage so einzurichten, daß auf 1 Quadratfuß Speisetuchfläche 1 bis $1\frac{3}{4}$ Loth ausgebreitet wird.

Angenommen man habe 1 Pfund Wolle auf 9 Fuß Länge des 27 Zoll breiten Speisetuchs vorgelegt (also auf 1 Fuß Länge $3\frac{5}{9}$ Loth oder auf 1 Quadratfuß 1.58 Loth), so dauert deren Einführung $\frac{108}{7.854} = 13\frac{3}{4}$ Minuten; in dieser Zeit macht die

Pelztrommel s (je nach Anordnung der Schnur 17) entweder 45.83 oder 44.36 Umgänge, der fertige Pelz ist also aus 44 bis 46 über einander gelagerten Schichten gebildet: da er bei 78.5 Zoll Länge und 27 Zoll Breite einen Flächenraum von 14.72 Quadratfuß einnimmt, so wiegt 1 Q. F. desselben (wenn der veränderliche, gewöhnlich 3 bis 5 Prozent betragende Abgang unberücksichtigt bleibt) etwa 2$^1/_6$ Loth. Rechnet man zu den 13$^3/_4$ Minuten, welche die Herstellung eines Pelzes erfordert, den kleinen Zeitverlust durch das Abnehmen desselben von der Trommel s, so können in 1 Stunde gerade vier Pelze gemacht, d. h. (unter den obigen Voraussetzungen) 4 Pfund Wolle geschrubbelt werden. Breitere Maschinen bearbeiten nach Verhältniß ihrer Breite mehr, wenn alles Uebrige unverändert bleibt.

In England hat man neuerlich mit gutem Erfolg die Schrubbelmaschine dahin abgeändert, daß sie keinen Pelz liefert, also auch keine Pelztrommel enthält, sondern die Wolle aus der Kammwalze seitwärts (d. h. in einer Richtung parallel zur Kammwalzenachse) abgezogen und in Bandgestalt auf eine große horizontale Spule aufgewickelt wird. Zu dem Behufe ist neben der Kammwalze (unter rechtem Winkel gegen dieselbe gelagert) ein Zugwalzen-Paar vorhanden, welches die Wolle stetig an sich zieht und als Band der Aufwindespule überliefert. Mehrere solche gefüllte Spulen werden nachher der Vorspinnkrempel vorgelegt. —

Ueber die Zurichtung und den Gebrauch der Schrubbelmaschine sind noch folgende Bemerkungen zu machen, welche meist zugleich auch die Lockenmaschinen und Vorspinnkrempeln (s. unten) betreffen.

Der Beschlag besteht auf der Trommel g und dem Läufer k aus Blättern (Bd. I. S. 525), indem hier die dabei unvermeidlichen kleinen häkchenlosen Zwischenräume unschädlich sind: die Trommel enthält solcher Blätter z. B. 15, jedes im Leder 7 Zoll, im Drahtbesatze 6 Zoll breit, oder 20 von 5$^1/_4$ Zoll Breite im Leder, 4$^1/_4$ Zoll im Besatz; auf dem Läufer sind vier Blätter, jedes im Leder 7$^1/_4$, im Besatze 6$^1/_4$ Zoll breit. Alle übrigen Walzen erfordern zu guter Wirkung eine völlig ununterbrochene Bekleidung mit Häkchen, und sind deshalb mit einem

nach Schraubenwindungen herumgelegten, bis an den äußersten Rand mit Drahtzähnen versehenen Bande von $1\frac{1}{2}$ oder $1\frac{3}{4}$ Zoll Breite überzogen. Die Kratzenbeschläge werden desto feiner genommen, je feinere Wolle man bearbeitet; für die nämliche Wolle ist es zweckmäßig, die Lockenmaschine oder Vorspinnkrempel mit etwas feinerem (aus dünneren und enger stehenden Häkchen gebildetem) Beschlage zu versehen, als die Schrubbelmaschine. Die verschiedenen Walzen einer Maschine erhalten nicht Beschlag von einerlei Art, sondern derselbe ist am feinsten auf der Kammwalze m; etwas gröber auf der Trommel g, dem Läufer k und den Arbeitern i, i, i, i; noch gröber auf den Wendern l, l, l, l: eine passende Zusammenstellung bilden z. B. Nr. 24 für die Kammwalze, Nr. 20 für Trommel, Läufer und Arbeiter, Nr. 18 für die Wender. Ueber die Beschaffenheit dieser drei Beschlagsorten ist oben das Nöthige vorgekommen: in dem Beschlage der Arbeitswalzen pflegen die Häkchen gedrängter zu stehen als auf der Trommel und dem Läufer, damit erstere die Wolle besser zurückhalten. — Die Arbeitswalzen und Wender müssen desto näher an einander, diese beiden sowie die Kammwalze m desto näher an die Trommel g gestellt werden, je feiner und kürzer die in Arbeit zu nehmende Wolle ist, und je dünner man dieselbe auf dem Speisetuche vorlegt; jeder Wender soll ein wenig weiter von der Trommel abliegen, als die zu ihm gehörige Arbeitswalze. Auf allen Walzen mit einziger Ausnahme des Läufers wird, bevor man die Maschine in Gebrauch nimmt, der Beschlag von dem Leder bis an die stumpfwinkelige Biegung der Zähne (b, c, Fig. 5, Taf. 463), auf den Einlaßwalzen f, f (Fig. 1, Taf. 463) sogar bis an die Spitzen, mit einer Masse ausgefüllt, welche aus Scheerwolle — den beim Tuchscheeren abfallenden äußerst kurzen Härchen — und Oel besteht, und mit einer Bürste in die Oberfläche der Walzen hineingeklopft wird. Diese Zurichtung (das Füllen, Flocken, Futtern der Kratzen) befördert den festen Stand der Drahthäckchen, verhindert das Niederlegen und Verbiegen derselben, unbeschadet ihrer Elastizität. Man wählt die feinsten und kürzesten Scheerflocken, und fettet sie mit Leinöl oder einer zweckmäßigen Fettmischung (17 Theile Leinöl, 15 Theile Baumöl; oder 1 Theil Leinöl, 1 Theil

Mohnöl, 1 Theil Terpentinöl; oder 7 Theile Thran, 2 Theile ausgelassenes Hammeltalg; oder gleichviel Lein- und Rüböl; oder 2 Theile Leinöl und 1 Theil Rüböl mit etwas Bleiglätte gekocht) so stark ein, daß bei kräftigem Drücken in der Hand das Oel sich zwischen den Fingern zeigt, wozu ungefähr ein dem Gewichte der Scheerwolle gleiches Gewicht Oel erforderlich ist. — Die Kratzenbeschläge sämmtlicher Walzen müssen sowohl wenn sie neu aufgelegt sind, als auch späterhin öfters (z. B. alle 3 oder 4 Wochen) geschliffen werden, um die Spitzen aller Drahthäckchen zu schärfen und in einer richtigen Zylinderfläche abzugleichen (vergl. Bd. VIII. S. 551). Man bedient sich dazu entweder flacher Schleifhölzer, auf welche zerstoßener Schmirgel aufgeleimt ist, oder hölzerner mit Gypsguß umkleideter Schleifwalzen, welche in gleicher Weise mit Schmirgel überzogen sind. Erstere werden neben dem zu schleifenden und in Umlauf gesetzten Zylinder festgelegt und sehr behutsam allmälig vorgerückt; die Schleifwalzen drehen sich, mittelst eines Riemens ohne Ende, um ihre Achse. Der Schmirgel darf nicht zu feinkörnig sein; etwas grob dringen die hervorragenden Körner zwischen die Drähte des Kratzenbeschlags ein wenig ein, schleifen deren Spitzen auch seitwärts ab und geben denselben eine vortheilhaftere, mehr nadelartige als meißel- oder messerähnliche Schärfe. — Bei gehöriger Stellung und richtigem Gange einer Kratzmaschine kommt die bearbeitete Wolle (als Pelz, Locke oder Vorgespinnst) klar und gleichförmig, ohne Knoten — Noppen — oder sonstige auffallende Ungleichheiten zum Vorscheine. Von jedem in dieser Beziehung sich zeigenden Fehler muß sogleich die Ursache (welche z. B. in unrunder Gestalt der Trommel oder anderer Walzen, in zu naher oder zu entfernter Stellung einiger Walzen gegen einander, in zu schwachem, zu starkem oder ungleichem Angreifen des Kammes auf der Kammwalze, in zu dickem oder ungleichem Vorlegen der Wolle auf dem Speisetuche, in schlechtem Zustande des Kratzenbeschlages oder der Futterung, in Unreinheit des Beschlages ꝛc. liegen kann) aufgesucht und beseitigt werden. — Die Reinigung der Kratzenbeschläge von dem darin sitzen bleibenden Schmutze und Abfalle (das Ausputzen) muß so oft als nöthig (ge-

wöhnlich an der großen Trommel alle 2 bis 3 Stunden, an den übrigen Walzen täglich Ein Mal) vorgenommen werden; man bewirkt sie durch Ausbürsten mit Handkratzen oder mittelst eines stählernen Kammes, sammelt die hierbei abgehende sehr fette, mit kleinen Unreinigkeiten reichlich durchmengte Wolle — den Ausputz — und macht dieselbe gelegentlich durch Waschen mit Seife, Wolfen rc. zu Gute. Die erwähnte Handkratze zum Ausputzen besteht aus einem 11 bis 12 Zoll langen, 3 bis 3½ Zoll breiten Stücke Leder, welches mit groben und ziemlich weitläufig stehenden Häkchen (z. B. aus Draht von 0.015 Zoll Dicke, 160 auf 1 Quadratzoll) besetzt ist. Die Biegungen dieser Häkchen sind nach der Breitenrichtung des Leders gestellt; auf allen 4 Seiten ist ein 4 bis 6 Linien breiter Rand unbesetzt, damit man das Leder auf ein Brettchen aufnageln kann, welches an einer der langen Seiten mit einem 7 bis 8 Zoll langen Stiele versehen ist. Einen englischen Putzkamm zeigen die Fig. 5, 6 und 7 auf Taf. 462 in drei verschiedenen Ansichten: a a ist eine gerade flache Stahlklinge mit schlanken spitzigen Zähnen (14 auf je 1 Zoll der Länge); in b, b sind die Enden eines eisernen Bügels eingenietet, der bei c eine zum Aufstecken des hölzernen Heftes d dienliche Angel bildet.

Die Menge Wolle, welche eine Kratzmaschine in gegebener Zeit bearbeiten kann, hängt bei gleicher Breite und Güte der Maschine von der Beschaffenheit der Wolle so wie davon ab, ob dieselbe mehr oder weniger vollkommen bearbeitet werden muß. Hiernach hat man sich mit dem dickern oder dünnern Vorlegen zu richten (s. oben). Feine Wolle darf man höchstens 5 Pfund stündlich auf eine Maschine rechnen, welche im Speisetuch 36 Zoll Breite hat; dagegen von grober wohl 7 bis 8½ Pfund. Drei Kratzmaschinen erfordern zusammen 1 bis 1½ Pferdekraft an reinem Bewegungsmoment und im günstigsten Falle nur eine Person zur Bedienung.

Schließlich ist hier anzuführen, daß man öfters zwischen das Wolfen und das Schrubbeln eine das Mittel zwischen beiden Bearbeitungen haltende Behandlung der (voraus gefetteten) Wolle einschaltet, wozu eine eigene Maschine — der Droussett-Wolf — in Anwendung kommt. Hierdurch wird die

gewolfte Wolle vor dem Schrubbeln in so bedeutendem Grade aufgelockert, daß sie nachher bei dieser letztern Arbeit viel reiner und klarer ausfällt, auch die Beschläge der Schrubbelmaschinen außerordentlich geschont werden. In seinem allgemeinen Baue gleicht der Droussettwolf fast gänzlich einer Schrubbelmaschine; aber die Walzen sind nicht mit Kratzen, sondern mit zugespitzten geraden eisernen Stiften (im Ganzen 10,000 bis 11,000 an der Zahl) besetzt, welche ein wenig zwischen einander eingreifen. — Den Zweck, welchen man bei Anwendung des Droussettwolfes im Auge hat, erreicht man ebenfalls dadurch, daß man vor der gewöhnlichen Schrubbelmaschine eine solche mit sehr grobem Kratzenbeschlage, ähnlich dem der Wergkratzmaschinen (Bd. VI. S. 239) gebraucht. Die Häkchen dieses Beschlages sind aus Eisendraht von der Dicke einer gewöhnlichen Stricknadel gebogen, und an den Enden mit rund zugeschliffenen (nadelartigen) Spitzen versehen.

2) Lockenmaschine*). Die Lockenmaschine ist von der Pelz- oder Schrubbelmaschine nur durch folgende Umstände verschieden: 1) der Kratzenbeschlag ist feiner, d. h. aus dünneren und enger beisammen stehenden Häkchen gebildet. 2) Die Kammwalze oder kleine Trommel ist nicht durch ein schraubenförmig herumgewickeltes Kratzenband auf ihrer ganzen Mantelfläche mit Drahthäckchen bekleidet, sondern es sind sechs einzelne Kratzenblätter aufgelegt, deren jedes so lang ist als die Walze, und 5 bis 6½ Zoll Breite hat. Zwischen je zwei auf einander folgenden Blättern ist ein leerer, 1½ bis 2 Zoll breiter Raum von einem Ende der Walze bis zum andern. 3) Die Pelztrommel fällt weg, und an deren Stelle ist der Apparat zur Lockenbildung angebracht.

Da von dem Speisetuche an bis zur Kammwalze hin alle Theile mit jenen der Schrubbelmaschine übereinstimmen, so hat man auf Taf. 464 nur Dasjenige vollständig abgebildet, was der

---

*) Eine von der hier beschriebenen in mehreren Punkten abweichende Lockenmaschine findet man beschrieben und sehr gut abgebildet in den Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, 15. Jahrgang, 1836, S. 80.

Lockenmaschine als unterscheidend zukommt, und zwar Fig. 1 im Seitenaufrisse, Fig. 2 im senkrechten Durchschnitte, Fig. 3 im Grundrisse. Man sieht hier indessen, um den Zusammenhang deutlich zu machen, ein Stück der großen Trommel g, den Läufer k, Bruchstücke des Gestelles A, B, C, sämmtlich von der nämlichen Beschaffenheit wie die gleichnamigen Bestandtheile der Schrubbelmaschine auf Taf. 463. — m ist die mit sechs Blättern beschlagene Kammwalze, auf welcher man in Fig. 2 deutlich die Zwischenräume oder Unterbrechungen des Beschlages erkennt. Sie wird auf dieselbe Weise, wie an der Schrubbelmaschine, mittelst des auf ihrer Achse befindlichen 36zähnigen Kettenrades z′ und der Kette t′ umgetrieben. Der Kamm o mit den dazu gehörigen Vorrichtungen $d^2$, g, $a^2$, $b^2$, $c^2$ bietet ebenfalls keine Verschiedenheit dar, und es gilt in Betreff desselben Wort für Wort dasjenige, was in der Beschreibung der Schrubbelmaschine vorgekommen ist.

Der Lockenapparat besteht aus der Lockentrommel $l^2$, einer hohlen (an beiden Enden aber durch Böden verschlossenen) hölzernen Walze, deren ganzer Umkreis mit flachrund ausgehöhlten zur Achse parallel laufenden Furchen von etwa 1 Zoll Breite versehen ist; aus dem Mantel (dem Lockenkasten, der Lockenschüssel oder Mulde) $m^2$, einer großen fast halbzylindrischen Rinne, welche den untern Theil der Trommel umschließt und derselben nahe gestellt wird, ohne sie jedoch zu berühren, und dem Lockentische $n^2$, einem Brette, welches an dem Gestelle A, B durch die zwei, zwei Mal im rechten Winkel gebogenen Eisenschienen $o^2$, $o^2$ befestigt ist. Die Lockentrommel empfängt ihre Bewegung von der Kammwalze (s. Fig. 3), indem an diesen Beiden die von dem Riemen $q^2$ umschlungenen Scheiben $p^2$ und $r^2$ angebracht sind. Die eiserne Achse der Lockentrommel $l^2$ hat ihre (stellbaren) Lager $s^2$, $s^2$ auf den von den Schienen $o^2$ bedeckten Enden der Gestellsriegel A, B. Die Mulde $m^2$ ist, damit ihre Lage gegen Lockentrommel und Kammwalze aufs Genaueste adjustirt werden kann, mit folgender Vorrichtung verbunden (vergl. Fig. 2*). Sie hängt mit zwei, an ihren Enden befindlichen, horizontalen eisernen Zapfen bei $t^2$ in Löchern zweier eisernen Arme wie $u^2$, kann sich also um diese Zapfen ein wenig drehen,

und so wird es möglich, entweder ihren vordern oder ihren hintern Theil nach Bedürfniß zu erheben oder herabzulassen, was mittelst der durch den Lockentisch $n^2$ gehenden Schraube $x^2$ geschieht. Die Arme $u^2$ setzen sich nach oben hin fort und endigen als Schraubenspindeln, deren (auf einem Fortsatze der Schienen $o^2$ ruhende) Schraubenmuttern $y^2$ man anzieht oder nachläßt, um die Mulde als Ganzes zu heben oder zu senken. Endlich geht von jedem der Arme $u^2$ eine Schraubenspindel $v^2$ durch einen Schlitz in dem senkrechten Theile der zugehörigen Schiene $o^2$, und ist vorderhalb wie hinterhalb derselben mit einer Stellmutter $w^2$ versehen, so daß man im Stande ist, die Mulde näher an die Kammwalze zu bringen, oder von dieser etwas weiter zu entfernen.

Die Lockenbildung geht auf folgende Weise vor sich. Indem der Kamm o das Vließ von der Kammwalze m ablöset, zerfällt Jenes in kleine Abtheilungen, da jede der Wollportionen, welche aus einem Kratzenblatte der Kammwalze entnommen wird, getrennt und für sich bleibt. Sobald eine solche kleine Portion gänzlich herausgekämmt ist, fällt sie als ein zusammengeschobener Streifen von der Länge der Walze hinab, gelangt zwischen die Lockentrommel $l^2$ und deren Mantel $m^2$, wird vermöge der Umdrehung der Erstern durch beinahe einen Halbkreis mitgenommen, dabei von den Kannelirungen gefaßt und gerollt (etwa wie man es zwischen den flachen Händen, durch Fortschieben der einen über der andern, thun könnte), und an der entgegengesetzten Seite über die abgerundete Kante des Mantels auf den Lockentisch $n^2$ ausgeworfen. Durch das Rollen erlangen die erwähnten Wollportionen die Gestalt lockerer Würste, welche ungefähr die Dicke eines kleinen Fingers und eine der Breite der Maschine gleiche Länge (27 bis 36 Zoll) haben. Sie werden L o c k e n genannt, und bieten die Eigenthümlichkeit dar, daß in ihnen die Wollhaare nicht der Länge nach ausgestreckt, sondern kraus und zusammengeschoben, gleichsam in unregelmäßigen Spiral- oder Schraubenlinien liegend, enthalten sind, weil das Rollen in jener Richtung geschehen ist, in welcher die parallelen Haare auf der Kammwalze lagen. Dieser Umstand ist für die Streichwollspinnerei nach älterer Art charakteristisch, und unterscheidet die Locken

wesentlich von den Bändern, in welche die Baumwolle auf den Kratzmaschinen umgewandelt wird, sowie von den ähnlichen Bändern, welche aus der Kammwolle bei deren Vorbereitung zum Spinnen gebildet werden; denn in diesen beiden Fällen geht man mit Anwendung aller zu Gebote stehenden Mittel darauf aus, die Haare oder Fasern gerade und parallel in der Längenrichtung zu legen. Zur Hervorbringung eines feinen Garnfadens eignet sich die gekräuselte unregelmäßige Anordnung des Haars in der Locke nicht; sie befördert aber das Filzen des Tuches in der Wolle und wurde lange Zeit hierzu für unerläßlich gehalten, bis die Vorspinnkrempel (s. unten) den Beweis des Gegentheiles lieferte. Die Locken werden sogleich in der Gestalt, wie sie von der Lockenmaschine kommen, versponnen, und es wird mit ihnen keine Operation der Art vorgenommen, wie das Strecken der Bänder in der Baumwollspinnerei (Bd. I. S. 534) und beim Verspinnen der Kammwolle.

Der gesammte Bewegungsmechanismus der Lockenmaschine stimmt in seiner Konstruktion und seinen Verhältnissen mit dem oben für die Schrubbelmaschine, bei Beschreibung der Taf. 463, angegebenen überein; man pflegt jedoch die große Trommel g etwas schneller — z. B. 100 bis 110 Mal in 1 Minute — umgehen zu lassen. Wenn man statt 90 Umläufen der Schrubbelmaschine hier 108 Umläufe voraussetzt, so vergrößern sich alle Geschwindigkeiten in dem Verhältnisse von 90 zu 108, d. h. um ein Fünftel. Die Peripherie-Geschwindigkeit der 34zölligen großen Trommel beträgt dann 961.3 Fuß. Die 2.67 Zoll dicken Einziehwalzen gehen in 1 Minute 1.2 Mal um, wobei sie 10.065 Zoll von dem vorgelegten Pelze einführen. Da das Speisetuch, worauf man den Pelz ausbreitet, in gleicher Zeit nur um 9.425 Zoll fortschreitet, so findet vermöge der größern Geschwindigkeit der Einziehwalzen eine stete Anspannung des Pelzes Statt, der sich demnach nie vor den Walzen zusammenstopfen kann. Auf die Arbeitswalzen kommen 12, auf die Wendewalzen 432, auf den Läufer k 518.4 Umdrehungen in der Minute. Die Kammwalze m dreht sich, bei 16 Zoll Durchmesser, 6 Mal um, und da sie mit 6 Blättern beschlagen ist, von welchen jedes eine 6 Zoll breite mit Häkchen besetzte Oberfläche darbietet,

so werden in 1 Minute 36 Locken gebildet, und dazu 18 Fuß des erzeugten Vließes verbraucht, welche aus den durch die Einziehwalzen zugeführten 10.065 Zoll Pelz durch Ausdehnung auf einen fast 21 ½ Mal größern Flächenraum entstehen. Der Kamm o schlägt 450 Mal in 1 Minute, und löset mit 9 Schlägen aus Einem Blatte des Kammwalzenbeschlages die zu einer Locke bestimmte Wolle ab. Die Lockentrommel $l^2$, von 9 Zoll Durchmesser, macht — da (Taf. 464, Fig. 3) ihre Riemenscheibe $p^2$ 4 ½ Zoll, jene $r^2$ an der Kammwalze aber 16 Zoll Durchmesser hat — $\frac{6 \times 16}{4.5} = 21.3$ Umgänge, welche auf der Peripherie eine Bewegung von sehr nahe 90 Fuß zur Folge haben (18 Zoll für 1 Sekunde). Wiegt beispielweise ein Pelz von 78.5 Zoll Länge — welcher in $\frac{78.5}{10.065} = 7.8$ Minuten aufgearbeitet wird — 1 Pfund, so können in 1 Stunde ununterbrochenen Ganges 7.69 Pfund Wolle verarbeitet werden, woraus (etwas über 2 Prozent Abgang angenommen) 7½ Pfund Locken entstehen. Die Anzahl der Locken, welche stündlich geliefert wird, beträgt $36 \times 60 = 2160$, wonach im gegenwärtigen Falle 288 Stück oder, bei 27 Zoll Länge der einzelnen Locke, 648 Fuß Locken auf 1 Pfund gehen würden. Dieß ist eine sehr grobe Sorte; durch Verarbeitung leichterer Pelze, oder verminderte Geschwindigkeit der Einziehwalzen, oder schnellere Bewegung der Kammwalze, oder endlich durch Beschlagen der Kammwalze mit einer größern Anzahl (entsprechend schmälerer) Kratzenblätter fabrizirt man für andere Fälle Locken, von welchen im Pfunde bis gegen 2000 Fuß enthalten sind.

An dem Lockenapparate der Lockenmaschine werden verschiedene Veränderungen angebracht. So ersetzt man den hölzernen Lockentisch $n^2$ (Taf. 464, Fig. 1, 2, 3) öfters durch ein Tuch ohne Ende, welches über zwei zur Lockentrommel $l^2$ parallele Walzen ausgespannt ist und durch Umdrehung einer dieser Walzen dergestalt bewegt wird, daß seine obere Bahn von der Mulde $m^2$ wegwärts geht. Die Locken fallen alsdann auf dieses Tuch und können sich niemals häufen, sondern legen sich in geringer Entfernung neben einander, weil für eine jede ein noch leerer Platz

sich darbietet. — Wenn die Lockentrommel durch das in der Wolle befindliche Fett klebrig wird und man fleißiges Reinigen derselben verabsäumt, so geschieht es wohl, daß Locken an ihr hängen bleiben statt auf den Tisch $n^2$ herabzufallen. Wenn dann das zum Wegnehmen der Locken angestellte Kind unaufmerksam ist, so wird eine solche Locke bei fortgesetzter Umdrehung der Trommel $l^2$ von Neuem in die Mulde geführt, und vereinigt sich dort mit einer später entstandenen, wohl gar mit mehreren (falls sie etwa theilweise losgegangen und in schräge Lage gerathen ist). Diesem störenden Zufalle ist dadurch vorzubeugen, daß man in unmittelbarster Nähe der Lockentrommel einen eisernen linealförmigen Windflügel anbringt, der sich mit großer Geschwindigkeit auf zwei an seinen Enden befindlichen Zapfen dreht und einen die Ablösung der Locken sichernden Windstrom erzeugt. In Fig. 2 und 3 (Taf. 464) ist dieser kleine Apparat, Papillon genannt, bei $z^2$ mittelst punktirter Linien angedeutet, in Fig. 2 zugleich durch einen Pfeil die Richtung seiner Umdrehung bezeichnet. — Auf der Vorspinnmaschine müssen die Locken, damit aus ihnen ein langer Faden gesponnen werden kann, aneinandergestückelt werden, ein Geschäft, welches besonders hierzu angestellte Kinder erfordert und leicht zu dickeren Stellen im Garne den Grund legt. Man hat deshalb mehrmals versucht, mit der Lockenmaschine eine mechanische Vorrichtung zu verbinden, welche selbstthätig die successiv gebildeten Locken Ende an Ende vereinigt und daraus eine zusammenhängende beliebig lange Locke bildet: dergleichen Konstruktionen sind in der Description des machines et procédés spécifiés dans les Brevets d'invention dont la durée est expirée, Tome 59, Paris 1846, p. 74, und in Dingler's polytechnischem Journale, Jahrgang 1838, Bd. 70, S. 190, bekannt gemacht; sie müssen nach Erfindung der Vorspinnkrempel, welche noch mehr leistet, nämlich sogleich lange Vorgespinnstfäden aus der Wolle bildet, deshalb auch die Lockenmaschinen nach und nach gänzlich verdrängen wird, als völlig unangemessen und überflüssig betrachtet werden.

3) Vorspinnkrempel. — Eine Kratz- oder Krempelmaschine, welche die Wolle in Gestalt von groben, lockeren Fäden, als so genanntes Vorgespinnst, abliefert, heißt Vorspinn-

krempel. Ihre Anwendung erspart das Vorspinnen als abgesonderte Operation, beschleunigt also den Fabrikationsprozeß, und gewährt dadurch solche Vortheile, daß sie seit dem Jahre 1840 bis jetzt sich mehr und mehr ausgebreitet hat. Ihrer Einrichtung und Wirkung nach ist die Vorspinnkrempel eine Verbindung von zwei Maschinen: der Kratzmaschine und des Vorspinnapparates. Jene bietet nichts Eigenthümliches dar; daher kann jede Schrubbelmaschine und jede Lockenmaschine in eine Vorspinnkrempel verwandelt werden, wenn man von Ersterer die Kammwalze und Pelztrommel, von Letzterer die Kammwalze nebst Lockentrommel und Zugehör wegnimmt, dafür aber den Vorspinnapparat anfügt. Dieser wird seiner Grundidee nach allgemein durch Folgendes erläutert: Wenn man den Kratzenbeschlag der Kammwalze oder kleinen Trommel an einer Kratzmaschine in der Art streifenweise auflegt, daß 12 oder mehr schmale Bänder solchen Beschlages als etwas von einander entfernte, in sich selbst zurückkehrende Ringe rund um diese Trommel laufen; so löset der Kamm aus allen Streifen zugleich die Wolle in Vließgestalt ab: aber die Wollportion eines jeden Streifens bleibt von den ihr zunächst befindlichen durch einen Zwischenraum abgesondert und bildet für sich ein schmales Band, welches ohne Weiteres mit Drehung versehen und dadurch in einen Vorgespinnstfaden umgewandelt werden kann. Von den Locken, wie die oben beschriebene Lockenmaschine sie liefert, unterscheidet sich solches Vorgespinnst in seiner Struktur dadurch, daß es die Wollhaare nach der Länge des Fadens laufend und — wenngleich in Folge des Drehungsprozesses etwas gewunden oder quer verschoben — im Wesentlichen ziemlich gerade ausgestreckt enthält. Dabei bedarf es kaum der Bemerkung, daß die auf gedachte Weise sich bildenden Vorgespinnstfäden ziemlich fein dargestellt werden können und ununterbrochen zu beliebiger Länge sich fortsetzen, während die Locken eine in ihrer Länge durch die Länge der Kammwalze beschränkte Art sehr viel gröbern Fadens (so zu sagen nur kurze und dicke Fadenstücke) sind. Der Vorspinnapparat kann in mehr als einer Hinsicht sehr verschieden eingerichtet sein, nämlich sowohl was die Anzahl und Wirkungsart der Kammwalzen, als was die zur Drehung und Aufwickelung der Fäden dienende Vorrichtung be-

trifft. a) In der zuerst angedeuteten Beziehung gibt es drei wohl charakterisirte Systeme: aa) Mit zwei (ausnahmsweise auch drei) Kammwalzen. Da eine Kammwalze, deren Beschlag isolirte ringförmige Streifen bildet, nicht ohne besondere Nebenanordnung alle Wolle von der — gänzlich mit Beschlag bedeckten — großen Trommel aufnehmen könnte; so sind zwei Kammwalzen (die eine unter der andern) vorhanden, jede mit 12, 15 oder 20 Kratzenringen versehen, jedoch so, daß die Ringe der ersten mit den leeren (unbeschlagenen) Zwischenräumen der zweiten korrespondiren, wonach folgt, daß die untere Kammwalze jene Antheile der Wolle von der großen Trommel empfängt, welche die obere darauf sitzen läßt. Zu jeder Kammwalze ist, wie sich von selbst ergibt, ein eigener Kamm und ein besonderer Apparat zur Drehung und Aufwickelung der Fäden vorhanden. Bei Verarbeitung sehr langer Wolle hat man zweckmäßig gefunden, drei Kammwalzen anzubringen, wodurch erreicht wird, daß die leeren Räume zwischen den Beschlagstreifen doppelt so breit sind als diese Streifen oder Ringe selbst, mithin nicht so leicht Wollhaare aus einem der Vließbänder in ein benachbartes sich verwickeln und das Zusammenlaufen zweier Fäden veranlassen können. Um ganz sicher alle Wolle von der großen Trommel abzunehmen, macht man bei den mit zwei Kammwalzen versehenen Maschinen die Beschlagstreifen der untern Kammwalze ein wenig breiter als die unbeschlagenen Zwischenräume auf der obern. Es geschieht gewöhnlich, daß die zwei Kammwalzen Vorgespinnstfäden von etwas verschiedener Feinheit liefern, weshalb man gut daran thut, die beiden Abtheilungen des Vorgespinnstes getrennt zu sammeln und jede für sich auf Garn zu verspinnen. Die beiden äußersten Fäden (der erste von der einen und der letzte der andern Kammwalze) pflegen unregelmäßig auszufallen, viele dünne Stellen zu enthalten, weil an den Endrändern der großen Trommel stellenweise sich weniger Wolle findet; man läßt daher jene beiden Fäden gerne abgesondert aufwickeln und verspinnt sie nicht, sondern legt sie mit anderer Wolle vermengt von Neuem der Schrubbelmaschine vor. — bb) Mit Einer Kammwalze und Längenschiebung. Um mittelst Einer Kammwalze sämmtliche Wolle von der großen Trommel abzulösen, macht die

(wie oben mit ringförmigen Kratzenstreifen, 24 oder 30 an der Zahl, besetzte) Walze während ihrer kontinuirlichen Achsendrehung zugleich eine hin und her gehende Schiebung in der Längenrichtung. Die leeren Räume zwischen den mit Häkchen besetzten Streifen sind eben so breit wie Letztere; die Schiebung geschieht durch einen genau eben so großen Raum, und somit nimmt jeder Beschlagstreifen die Wolle aus einem doppelt so breiten Theile der großen Trommel auf. Bei dieser Anordnung tritt das oben erwähnte, höchst störende, Zusammenlaufen benachbarter Fäden öfter ein; man kann sich deshalb ihrer nur bei kurzer Wolle mit Vortheil bedienen. Es wird von Einigen behauptet, die Vorspinnkrempel mit Einer, sich schiebenden, Kammwalze liefere ein zu Tuch vorzugsweise gut geeignetes Gespinnst, weil Letzteres (eben zufolge der schiebenden Bewegung) die Wollhaare in einer etwas verwirrten, dem Filzen in der Walke günstigen, Lage enthält — gewisser Maßen der Struktur der Locken ähnlich: doch scheint diese Ansicht durch eine allgemeinere Erfahrung nicht entschieden bestätigt zu werden. — cc) Mit Einer Kammwalze ohne Schiebung. In der Absicht, die Längenschiebung bei Anwendung einer einzigen Kammwalze zu ersparen, — hierdurch aber sowohl die Maschine zu vereinfachen, als auch die von jener Schiebung öfters entstehende Beschädigung der Kratzenbeschläge zu verhüten, — hat man verschiedene Versuche gemacht, durch andere Mittel die vollständige Abnahme der Wolle von der großen Trommel mit der Trennung des Vließes in schmale Bänder zu vereinigen; da indessen die aus solchen Bemühungen hervorgegangenen Konstruktionen zur Zeit keinen bewährten praktischen Erfolg gehabt haben, können sie hier füglich mit dieser Andeutung abgefertigt werden.

b) Was den Drehapparat der Vorspinnkrempeln betrifft, so besteht derselbe entweder in so genannten Würgelwalzen, oder in Röhren, oder in Spindeln. Erstere beiden bearbeiten die Vließbänder auf solche Weise, daß sie verdichtet und fadenartig rund gemacht werden, ohne einen eigentlichen Drall (eine Lage der Wollhaare nach Schraublinien) zu empfangen; Spindeln dagegen ertheilen eine wirkliche schraubenartige Drehung wie beim Spinnen des Garns, nur in weit geringerem

Maße. aa) Der Würgelapparat ist von folgender Beschaffenheit: Zwei horizontale und zu einander parallele Walzen liegen neben einander in der Querrichtung der Maschine, also auch parallel zur Kammwalze, von der sie nicht weit entfernt sind. Beide gemeinschaftlich werden von einem Leder ohne Ende umschlungen, welches durch die Umdrehung einer der Walzen eine zirkulirende Bewegung empfängt; die Walzen sammt dem Leder schieben sich zugleich in ihrer Längenrichtung hin und her. Die obere Bahn des Leders schreitet in der Richtung fort, in welcher die (die Lage der Walzen rechtwinkelig kreuzenden) Vließbändchen oder Fäden ihren Weg nehmen müssen; alle Fäden liegen auf dieser obern Lederbahn. Ferner ist quer über die Fäden, parallel zu den schon erwähnten Walzen, eine dritte Walze — mit festanliegendem Leder umkleidet — gelagert, welcher nebst der (von der Lederbahn mittelst Friktion ihr eingepflanzten) Drehung um ihre Achse gleichfalls eine hin und her gehende Schiebung in der Längenrichtung und zwar dergestalt gegeben wird, daß die Schiebungen des endlosen Leders und der Walze stets einander entgegengesetzt sind. Die Drehung dieser Oberwalze in Gemeinschaft mit der Zirkulation der Lederbahn führt die Fäden fort, welche gleichzeitig mittelst der Schiebungen gerollt (gewürgelt) werden. Von dieser letztern Einwirkung, welche Rundung und Dichtigkeit der Fäden erzeugt, kann man sich vielleicht eine klarere Vorstellung machen, wenn man sie dem Rollen eines Bleistiftes zwischen den flachen, in entgegengesetzten Richtungen hin und her geschobenen Händen vergleicht. Ein derartiges Rollen würde durch alleinige Schiebung der Oberwalze zu Stande kommen; allein dann würden die Fäden eben so wenig an ihrem Orte bleiben können, als ein Bleistift, den man auf dem Tische liegend mit Einer flachen Hand streicht: Die gleichzeitige, entgegengesetzte und völlig übereinstimmend abgemessene Schiebung der Unterwalzen mit dem endlosen Leder erhöht also nicht nur den Erfolg des Würgelns, sondern hat auch zur Folge, daß die Fäden nicht aus den von ihnen eingenommenen Linien seitwärts weggerollt werden. — bb) Eine andere Methode, den Vließbändchen Rundung und Dichtigkeit, überhaupt die fadenartige Beschaffenheit zu ertheilen, besteht darin, daß man jedes

derselben durch die Bohrung eines kurzen eisernen, schnell um seine eigene Achse sich drehenden Röhrchens gehen läßt. Dabei nimmt der Faden zwar vor und beim Eintritte in dieses Rohr eine schraubenartige Windung an; allein beim Wiederaustritt empfängt er eine gleich starke Windung im entgegengesetzten Sinne, d. h. er wird sogleich wieder aufgedreht, und behält thatsächlich keinen Drall, sondern nur die bei dem Vorgange entstandene Rundung und Dichtigkeit. — cc) Die Spindeln, welche man zuweilen bei Vorspinnkrempeln angewendet hat, sind senkrecht stehende mit gabelförmigem Flügel und Spule, welche durch ihre eigene Achsendrehung dem Faden seinen nöthigen Drall ertheilen, den er auch behält.

c) Zur Aufwickelung des Vorgespinnstes sind an der Vorspinnkrempel Spulen vorhanden, deren Beschaffenheit und Anbringung aber von zweierlei Art sein kann. aa) Sofern zur Drehung Würgelwalzen oder Röhren angewendet werden, liegt für jede Kammwalze eine einzige Spule vor, welche so lang als diese Walze und zu derselben parallel ist. Alle von derselben Kammwalze kommenden Fäden wickeln sich neben einander so um die lange Spule, daß jeder für sich wieder abgewickelt werden kann, und sie nicht durch einander gerathen. Damit die Spule die Fäden mit gleichbleibender Geschwindigkeit anziehe, muß sie eine konstante Peripheriegeschwindigkeit haben, welche man dadurch erlangt, daß die Spule durch Friktion einer unter ihr liegenden Walze (Trommel) direkt auf der Peripherie umgetrieben wird. — bb) Vorspinnkrempeln mit Spindeln wickeln ihre Fäden einzeln auf die Spulen dieser Spindeln, so daß jede Spindel auf ihrer stehenden kurzen Spule denjenigen Faden sammelt, der durch den Flügel eben dieser Spindel gedreht und zugeleitet wird. Die Lockerheit des Vorgespinnstes, welche keine bedeutende Anspanuung zuläßt, bedingt aber hierbei eine selbstständige und genau nach dem durch die Bewickelung zunehmenden Durchmesser regulirte Umdrehung der Spule, wonach der ganze hierauf berechnete komplizirte Mechanismus der Spindelbank erforderlich ist (vergl. Bd. I. S. 547—549, dann S. 551 bis 560, endlich S. 569).

Durch die zulässigen Kombinationen der verschiedenen Dreh-

und Aufwickelungs-Apparate bald mit Einer Kammwalze, bald mit zwei oder drei Kammwalzen entstehen mancherlei Arten der Vorspinnkrempel. Die mit zwei Kammwalzen und Würgelwalzen oder Röhrchen versehenen haben sich vorzugsweise vor allen anderen bewährt, weshalb im Folgenden auch nur diese beiden Systeme näher beschrieben werden sollen *).

Darstellungen eines Vorspinnapparates mit Würgelwalzen befinden sich unter Fig. 8 bis 17 auf Taf. 462. Fig. 8 ist ein senkrechter Durchschnitt ohne Gestell und Bewegungsmechanismen; Fig. 9 der eine Seitenaufriß, mit dem Fig. 8 der Stellung nach korrespondirt; Fig. 10 die äußere (der Kratzmaschine entgegengesetzte) Endansicht; Fig. 11 der andere Seitenaufriß, in welchem eben so wie bei Fig. 10 der unterste Theil des Gestells wegen mangelnden Raumes weggelassen werden mußte; die übrigen Figuren sind Zeichnungen einzelner Theile.

Da die Konstruktion der Kratzmaschine nach dem Frühern als bekannt vorausgesetzt werden darf, ist in Fig. 8, 9, 11 nur ein Bruchstück der großen Trommel bei A, und in Fig. 9, 11 das Ende ihres Gestells bei B, C angegeben. Das gußeiserne Gestell des Vorspinnapparates — dessen Beschaffenheit aus Fig. 9, 10, 11 im Wesentlichen ohne Weiteres zu erkennen ist — wird an jeder Seite mittelst eines Schraubbolzens D dagegen befestigt, kann aber nach Entfernung dieser Bolzen, und Auslösung des Rades y aus dem Rade z (Fig. 9), abgeschoben werden, wenn man die Kammwalzen ausputzen oder schleifen muß. Um in diesem Falle die Abrückung des Apparates von der Kratzmaschine zu erleichtern, ist Jener unten zu beiden Seiten mit Rädern E, E versehen, welche auf einer am Fußboden festliegenden Eisenbahn F gehen.

G, H sind die beiden Kammwalzen, deren jede (s. Fig. 10) hier mit zwölf ringförmig aufgelegten Kratzenbändern beschlagen erscheint, weil die Maschine auf 24 Fäden eingerichtet ist. Sehr

*) Abbildungen und (sehr kurze) Beschreibung einer Vorspinnkrempel mit zwei Kammwalzen und Spindeln findet man in: »Beschreibung der Erfindungen und Verbesserungen, für welche in den k. k. österreichischen Staaten Patente ertheilt wurden, «Band, III. Wien 1845, S. 222.

gewöhnlich baut man die 30 Zoll breiten Maschinen (wie gegenwärtige eine ist) auf 30 Fäden, 36 Zoll breite auf 40 Fäden; jede Kammwalze wird alsdann mit 15 und beziehungsweise 20 Bändern beschlagen. Bei n, o (Fig. 8 und 12) befinden sich die Kämme oder Hacke zur Ablösung des Wollvließes von den Kammwalzen. Unter diesen Kämmen her nehmen die Vließbändchen ihren Weg nach dem Würgelapparate, welcher aus zwei hölzernen Unterwalzen b, c und e, f sammt darüber ausgespanntem Leder ohne Ende, und aus einer fest mit Leder umkleideten hölzernen Oberwalze a und d besteht. Durch die bereits erklärten Schiebungen aller dieser (auf eisernen Achsen steckenden) Walzen werden die Vließbändchen in runde lockere, aber doch gehörig haltbare Fäden umgewandelt, welche im weiteren Verlaufe ihres Weges durch Fadenleiter g, h auf die langen horizontalen hölzernen Spulen i, l gelangen. k, m sind die sich drehenden Holztrommeln, welche durch ihre Reibung an den Spulen diesen selbst ihre Achsendrehung mit konstanter Peripheriegeschwindigkeit ertheilen: aus Fig. 9, 11 erkennt man, wie die den Spulen als Achsen dienenden runden Eisenstäbchen in Gabellagern liegen, damit die Spulen nach Maßgabe ihrer anwachsenden Dicke sich heben können, wobei sie stetig nur mittelst ihres eigenen Gewichtes auf die Trommeln k, m drücken. Die Fadenleiter g, h sind eiserne auf die Kante gestellte Lineale mit Einschnitten im obern Rande (s. Fig. 13); in jeden solchen Einschnitt wird ein Faden gelegt, der hierdurch genöthigt ist, an der rechten Stelle auf die Spule zu kommen. Der auf Letzterer für jeden einzelnen Faden vorhandene Raum hat im gegenwärtigen Falle $\frac{30}{12}$, d. i. $2\frac{1}{2}$ Zoll Länge, bei einer 30zölligen Maschine zu 30 Fäden (15 von jeder Kammwalze) 2 Zoll, bei einer 36zölligen zu 40 Fäden nur $1\frac{4}{5}$ Zoll; innerhalb dieses streng vorgeschriebenen Raumes müssen sich die auflaufenden Windungen sehr regelmäßig vertheilen: daher empfangen die Fadenleiter eine hin und her schiebende Bewegung nach der Richtung ihrer Länge, von deren Hervorbringung weiter unten die Rede sein wird.

Die Bewegung der verschiedenen Bestandtheile entsteht in folgender Weise. Die große Trommel A hat 46 Zoll im Durch-

messer und macht 80 Umläufe in 1 Minute (Umfangsgeschwindigkeit 963.4 Fuß). An ihrer Achse sitzt ein 12zähniges Getrieb, welches in ein Rad von 35 Zähnen eingreift; dieses ist wieder mit einem auszuwechselnden Getriebe verbunden, von welchem das Zwischenrad x, Fig. 9 (78 Zähne) umgedreht wird; Letzteres endlich greift in das 68zähnige Rad H′ der untern Kammwalze H ein. Das erwähnte Wechselgetrieb hat nach Umständen 21, 24, 27, 30 oder 34 Zähne; demzufolge kann man die Kammwalze schneller oder langsamer umgehen lassen, wodurch ohne alle sonstige Veränderung die Feinheit des entstehenden Vorgespinnstes sich modifizirt: denn je schneller die Kammwalze sich dreht, auf eine desto größere Länge wird die in gleicher Zeit von der großen Trommel gelieferte Menge Wolle vertheilt, desto dünner fällt das Vließ und desto feiner folglich der Faden aus. Es macht die Kammwalze H (von 10 Zoll Durchmesser) bei Einsetzung des

| Wechselgetriebes mit | Umgänge in 1 Minute | hat folglich Umfangsgeschwindigkeit |
|---|---|---|
| 21 Zähnen . . . | 8.47 . . . . . | 22 17 Fuß |
| 24 „ . . . | 9.68 . . . . . | 25.34 „ |
| 27 „ . . . | 10 89 . . . . . | 28 51 „ |
| 30 „ . . . | 12.10 . . . . . | 31.68 „ |
| 34 „ . . . | 13.71 . . . . . | 35 90 „ |

Innerhalb des Rades H′ steckt auf der Achse der Kammwalze H ein kleineres Rad $H^2$ von 48 Zähnen, welches mittelst des 38zähnigen Zwischenrades g′ ein anderes 48zähniges Rad G′ an der obern Kammwalze G in Bewegung setzt: diese Kammwalze erhält also jederzeit gleiche Geschwindigkeit mit der untern H.

Die Trommel A trägt auf ihrer Achse auf derselben Seite, wo das oben erwähnte 12er Getrieb sich befindet, und vor demselben, ein konisches Rad von 62 Zähnen, welches in ein anderes konisches Rad von 36 Zähnen eingreift. Die schräg liegende Welle o′ des letztern enthält das ebenfalls 36zähnige konische Rad y, und von diesem wird das 44zähnige Rad z der stehenden Welle w umgedreht. Diese Welle — deren Zapfen in Pfannen an den vom Gestelle vorspringenden Bügeln I, K laufen — macht also $\frac{80 \times 62}{44}$, d. i. nahe 113 (112 $^8/_{11}$) Umgänge

in 1 Minute, und trägt zugleich die exzentrischen Scheiben 1, 2, 3, 4, welche bestimmt sind die Schiebung der Würgelwalzen zu erzeugen. Die Zapfenlager der beiden unteren Walzen eines jeden Würgelapparates (b, c und e, f) befinden sich auf einem parallel zu den Walzenachsen schiebbaren Schlitten; auf einem andern ähnlichen aber von Ersterem unabhängigen Schlitten hat die Oberwalze (a, d) ihre Lager. An der der stehenden Welle w zugewendeten Seite der Maschine ist jeder der Schlitten mit einer Zugstange verbunden; s. c′, f′, i′, l′ in Fig. 10, welche ein Gelenk wie das bei n′ sichtbare besitzt, und mit einem Ringe endigt, der die zugehörige exzentrische Kreisscheibe genau anschließend umfaßt. Die Umdrehung der Scheiben hat also die Hin- und Herschiebung der Schlitten und Würgelwalzen zur Folge, wobei durch die gebrochene (mit Gelenk versehene) Zugstange jedes Hinderniß vermieden wird, welches sonst aus der veränderlichen Richtung der Zugstangen entstehen würde. Die Fig. 14, 15, 16, 17 sind Grundrisse der Scheiben 1, 2, 3, 4, welche die verschiedene gleichzeitige Stellung derselben ausdrücken. Je zwei zusammengehörige Scheiben (1 und 2, 3 und 4) stehen einander entgegengesetzt, damit die Schiebung der unteren Würgelwalzen stets jener der obern Walze entgegen gerichtet ist, wie oben als nothwendig gezeigt wurde. Dadurch, daß die Exzentrizität der unteren Scheiben 3, 4 um 90 Grad von jener der oberen Scheiben 1, 2 abweicht, wird einem ungleichen Drucke auf die Zähne des Räderwerks vorgebeugt und die Verzahnung besser konservirt. Die Exzentrizität der Scheiben beträgt etwa 2 Zoll, eben so viel mithin der Weg, welchen die Würgelwalzen bei ihrer schiebenden Bewegung durchlaufen. Diese Schiebung geht ein Mal hin und ein Mal her während einer Umdrehung der Welle w; es geschehen also in 1 Minute (nach Obigem) fast 113 Doppelzüge, zusammen 451 Zoll für jede Walze betragend, oder die mittlere Geschwindigkeit der Schiebung (welche bei der Kreisgestalt der Scheiben nicht ganz gleichförmig Statt finden kann) ist 7.5 Zoll für 1 Sekunde.

Auf der andern Seite der Maschine (Fig. 11) ist an der obern Kammwalze G ein 120zähniges Rad $G^2$, welches in das 84er Rad b′ an der Würgelwalze b eingreift; und dieses setzt

mittelst des 50er Zwischenrades h′ das 50er Rad k′ an der Spulentrommel k — also diese Trommel selbst — in Bewegung. Auf ganz gleiche Weise wird von der Kammwalze H vermöge der Räder $H^3$ (120 Zähne) — e′ (34 Zähne) — d′ (60 Zähne) und m′ (50 Zähne) die Würgelwalze e′ und die Spulentrommel m getrieben. Da die (messingenen) Räder b′ und e′ des ungestörten Eingriffs halber nicht die Schiebung der Walzen b, e mitmachen dürfen, sondern stets am selben Platze bleiben müssen; so werden sie durch besondere am Gestelle befestigte Träger gehalten, und ein jedes ist in seinem Mittelpunkte mit einem viereckigen Loche versehen, worin der vierkantige lange Zapfen der Walze sich aus und ein schiebt, während die Mittheilung der Drehbewegung immerfort ungehindert von Statten geht. Die Walze c wird von b, und so die f von e, mittelst des Beide zusammen umschlingenden endlosen Leders mitbewegt; desgleichen pflanzen die Leder die Umdrehung auf die Oberwalzen a, d fort. — Auf Einen Umgang der Kammwalzen G, H machen — zufolge des beschriebenen Räderwerkes — die Würgelwalzen 3.53 ($3\,{}^9/_{17}$) und die Spulentrommeln k, m 2 4 Umdrehungen. Die Peripherie der Kammwalzen beträgt 31.416 Zoll; die Würgelwalzen haben 3 Zoll Durchmesser, ihr Umkreis macht also bei 3.53 Umgängen einen Weg von 33.27 Zoll; die Spulentrommeln sind 5 Zoll dick, die Bewegung ihres Umkreises macht also bei 2.4 Umgängen 37.7 Zoll aus. Mithin werden die Fäden zwischen Kammwalze und Würgelapparat von 31.416 Zoll auf 33.27 Zoll, und dann zwischen Würgelapparat und Aufwindespule auf 37.7 Zoll gestreckt (im Ganzen um ein Fünftel, d. h. im Verhältnisse 1 : 1.2). In 1 Minute gelangen, je nach den verschiedenen oben abgeleiteten Geschwindigkeiten der Kammwalzen, beziehungsweise 26.6, 30.4, 34.2, 38.0 oder 43.1 Fuß von jedem Faden auf die Spulen.

Das Getrieb $k^2$ auf der Achse der Spulentrommel k (Fig. 9) hat 16 Zähne, das von ihm umgetriebene Rad O′ 45 Zähne. Die hohle Achse von O′, an welcher zugleich die sogenannte Schnecke O sitzt, dreht sich auf einem unbeweglich vom Gestell der Maschine herausragenden Zapfen. Die Schnecke ist eine kreisrunde Scheibe, auf deren Randfläche, ringsherum und schräg

laufend, eine in sich zurückkehrende Rippe vorspringt (s. Fig. 10); diese wird oben und unten von Einschnitten der beiden Fadenleiterstangen g, h umfaßt, wonach Letztere bei jeder Umdrehung der Scheibe Ein Mal hin und her geschoben werden. Die Neigung der Ebene, in welcher die Rippe liegt, gegen die Achse der Schneckenscheibe muß nach der Größe des Weges bemessen werden, den die Fadenleiter zu durchlaufen haben, d. h. nach der Länge desjenigen Theils der Aufwindespulen, welcher für jeden einzelnen Vorgespinnstfaden zur Verfügung steht: im gegenwärtigen Falle (bei 12 Fäden auf einer 30 Zoll langen Spule) beträgt dieß $2\frac{1}{2}$ Zoll. Vermöge der Zähneanzahlen auf $k^2$ und $O'$ kommen auf 1 Minute, je nach den verschiedenen Geschwindigkeiten, welche man den Kammwalzen G, H gibt, 7.228, 8.26, 9.293, 10.325 oder 11.7 Hin- und Hergänge der Fadenleiter; jedenfalls findet Ein Hin- und Hergang Statt, während die Kammwalzen 1.171875 ($1\frac{11}{64}$) Umdrehung machen, und die Spulen i, l von jedem Faden 3.68 Fuß aufwickeln. Da hiervon die Hälfte = 1.84 Fuß auf den Hingang und eben so viel auf den Hergang fällt, die leeren Spulen aber $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser (0,6545 Fuß Umkreis) haben; so kommen anfangs $\frac{1.84}{0.6545} = 2.81$ Umwickelungen des Fadens auf den Raum von $2\frac{1}{2}$ Zoll in der Spulenlänge: späterhin (bei dicker gewordenen Spulen) legen sich die Windungen immer weiter und weiter aus einander, wobei sie sich stets unter ziemlich großen Winkeln durchkreuzen, was zur Verhinderung alles Verwirrens und festen Aneinanderhängens nützlich ist, weil dann die Wiederabwickelung auf der Feinspinnmaschine leichter von Statten geht.

Den Mechanismus zum Betriebe der beiden Kämme oder Hacker, durch welche die Wolle von den Kammwalzen G, H abgelöset wird, findet man in Fig. 12 gezeichnet, der Stellung nach mit Fig. 11 korrespondirend; er ist überdieß in Fig. 8 mittelst punktirter Linien angedeutet. Außerhalb des Gestells befindet sich eine Riemenscheibe v (vergl. Fig. 10, 11), welche durch einen Riemen von der großen Trommel A der Kratzmaschine aus umgetrieben wird, wie bei Schrubbel- und Lockenmaschinen mit einer zu gleichem Zwecke bestimmten Scheibe (z. B. 9 in Fig. 1,

2, Taf. 463) der Fall ist. Diese Scheibe enthält einen außer ihrem Mittelpunkte stehenden Stift u, welcher als Krummzapfenwarze zum Einhängen einer Zugstange s u dient. Die Kammstange o ist durch vier Arme wie o t mit einer zu ihr parallelen dünnen Welle t verbunden, und von dieser geht eine Verbindungsstange t s nach s u hinab. Somit bildet s t o einen Winkelhebel, dessen oscillirende Drehung um t von der Zugstange u s veranlaßt wird und das Auf- und Niedergehen des Kammes o zur Folge hat. Diese Einrichtung wird gegenwärtig sehr oft an Kratzmaschinen überhaupt, statt der weiter oben bei Schrubbel- und Lockenmaschinen vorgekommenen, angewendet. In der Vorspinnkrempel aber handelt es sich darum, mittelst desselben Mechanismus auch noch den zweiten Kamm n zu betreiben, wobei man es gerne so einrichtet, daß die zwei Kämme in ihrer Bewegung wechseln, d. h. der eine sich erhebt während der andere niederschlägt, und umgekehrt. Man ersieht aus Fig. 12 zwei Wege, zu diesem Resultate zu gelangen. Die obere Kammstange n ist durch vier Arme gleich n p mit einer Welle p verbunden; von dieser geht in derselben Richtung, aber außerhalb des Gestells der Maschine, ein Arm p q aus, dessen Verbindungsstange q r bei r in der Zugstange s u der Krummzapfenscheibe v eingehangen ist. Indem nun die Warze u ihren Kreis beschreibt, zieht sie nicht nur die Stange u s in deren Längenrichtung hin und her und treibt dadurch auf schon beschriebene Weise den Kamm o; sondern hebt und senkt zugleich jene Stange s u, bewirkt damit ein entsprechendes Auf- und Niedergehen von q r, was das gewünschte Spiel des Kammes n zur Folge hat. Einfacher und ebenfalls sehr gebräuchlich ist der durch punktirte Linien angedeutete Mechanismus, bei dessen Anwendung der Arm p q und die Stange q r wegfallen. Auf jeder der Wellen p und t wird am äußersten Ende eine runde Holzscheibe befestigt; zwei sich kreuzende Riemen sind auf diese Scheiben gelegt und daran festgenagelt: hiernach ist klar, daß jede das Spiel des Kammes o erzeugende Drehung von t eine gleich große aber entgegengesetzte Drehung von p, und somit die Bewegung des Kammes n veranlaßt. — Man läßt die Krummzapfenscheibe v etwa 600 Umdrehungen in der Minute machen, wonach eben so viele Schläge jedes Kam-

mes erfolgen, und bei den verschiedenen oben erwähnten Geschwindigkeiten der Kammwalzen ein einzelner Kammschlag beziehungsweise 0.443, 0.507, 0.57, 0.633, 0.718 Zoll Vließ ablöset.

Die Vorausberechnung der Feinheit des erzeugten Vorgespinnstes wird durch folgendes Beispiel zu erläutern sein. Angenommen die 30 Zoll breite Vorspinnkrempel verarbeite einen von der Schrubbelmaschine gelieferten Pelz, welcher bei 82 Zoll Länge und 30 Zoll Breite 28 Loth wiegt; dieser Pelz werde von den $2^2/_3$ Zoll dicken Einziehwalzen mit 1 Umdrehung in der Minute, also 8.38 Zoll Geschwindigkeit, eingeführt: so dauert dessen Durchgang $\frac{82}{8.38} = 9^3/_4$ Minuten, und es werden 6 Pelze oder $5^1/_4$ Pfund Wolle in der Stunde verarbeitet; eben so viel wiegt, wenn man den geringen Abgang unberücksichtigt läßt, das erzeugte Vorgespinnst, zu dessen Bildung die Wollmasse in 24 Fäden zertheilt wird. Aus der oben vorgekommenen Berechnung ergab sich, daß die Aufwindespulen in 1 Minute 26.6, 30.4, 34.2, 38.0 oder 43.1 Fuß von jedem Faden empfangen, je nachdem man durch das hierzu vorhandene Wechselgetrieb den Kammwalzen eine geringere oder größere Geschwindigkeit ertheilt. Alle 24 Fäden zusammengerechnet, werden also in $9^3/_4$ Minuten beziehungsweise 6224, 7113, 8002, 8892 oder 10,080 Fuß Vorgespinnst erzeugt, welche 28 Loth wiegen; dieß beträgt auf 1 Pfund für die in Rede stehenden fünf Fälle

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7113 | Fuß | oder | 2886 | Ellen |
| 8129 | „ | „ | 3298 | „ |
| 9145 | „ | „ | 3710 | „ |
| 10162 | „ | „ | 4123 | „ |
| 11520 | „ | „ | 4674 | „ |

Je nachdem man schwerere oder leichtere Pelze vorlegt, kann die Feinheit des Vorgespinnstes bei einer und derselben Geschwindigkeit der Kammwalzen beliebig modifizirt werden; nur ist dieses Mittel in so fern mit Einschränkung zu gebrauchen, als bei der Produktion feiner Sorten sich dann die Menge des Erzeugnisses für gleiche Zeit entsprechend vermindert.

Auf Taf. 465 sind Zeichnungen einer vollständigen Vorspinnkrempel mit Röhrenapparat zur Drehung der Fäden mitgetheilt.

Es wird hier Gelegenheit sein, nebst der durch diesen eigenthümlichen Drehapparat begründeten Verschiedenheit auch andere Abweichungen kennen zu lernen, sowohl in der Konstruktion der Vorspinnvorrichtung als in jener der Kratzmaschine: die Letzteren sind, wie sich von selbst versteht, für Schrubbel- und Lockenmaschinen eben sowohl geeignet als für Vorspinnkrempeln; so daß hiermit gleichzeitig ein vervollständigender Nachtrag zur Beschreibung jener beiden anderen Gattungen von Wollkratzmaschinen gegeben ist.

Fig. 1 zeigt einen senkrechten Längendurchschnitt, Fig. 2 einen damit korrespondirenden Seitenaufriß, Fig. 3 den Grundriß der ganzen Maschine; einige Details werden durch Fig. 4, 5, 6 erläutert. A ist das über die Walzen A′, A″ horizontal ausgespannte Zuführtuch, auf welches die Wolle vorgelegt wird; in Fig. 3 findet man nur den Platz dafür mit A bezeichnet, das Tuch selbst aber wurde hier weggelassen, um die beiden Walzen vollständig und auch das zwischen ihnen befindliche, dem Tuche als Unterlage dienende hölzerne Tischblatt sichtbar zu machen. Die Lager der Walze A′ sind (wie man aus Fig. 1 erkennt) stellbar, damit jederzeit dem Tuche die gehörige Spannung gegeben werden kann; aber auch jene von A″ sind sammt den mit ihnen verbundenen Lagern der eisernen Einziehwalzen B (größer in Fig. 5) auf den Seitenwänden des gußeisernen Hauptgestells der Maschine mittelst Schrauben a, a zu adjustiren, durch welches Mittel man die ganze Vorrichtung genau in den richtigen Abstand gegen die Vertheilungswalze C versetzt. Letztere ist ein zwischen die Einziehwalzen B und die Trommel D eingeschalteter Zylinder, der mittelst seines Kratzenbeschlages die Wolle von den Einziehwalzen aufnimmt und auf eine schon viel größere Fläche ausgebreitet der Trommel darbietet. Arbeitswalzen H und Wendewalzen G enthält diese Maschine fünf Paar. J ist der Läufer. E, E′ sind die beiden Kammwalzen oder kleinen Trommeln, welche hier den ersteren Namen uneigentlich führen, indem keine Kämme oder Hacker dazu vorhanden sind, sondern durch das Anziehen der mittelst der Röhren stark zusammengedrehten Vließstreifchen allein die fortwährende Ablösung der Wolle von den Zylindern E, E′ stattfindet. Eine der kleinen

Trommeln zeigt Fig. 6 abgesondert, wo man die ringweise mit Zwischenräumen aufgelegten Beschlagbänder bei b b, b b erkennt. Die obere Trommel enthält 29, die untere 27 Ringe; die Zahl der erzeugten Vorgespinnstfäden beträgt also 56, und da die Breite der Maschine im Beschlage gemessen 44.8 Zoll ist, so mißt jeder Kranz von Drahthäkchen auf E, E′ gerade nur 0.8 Zoll.

Die Röhren c, c (man vergleiche die größere Zeichnung Fig. 4) — für jede der kleinen Trommeln E, E′ in einer besondern Reihe angeordnet — sind von Eisen, sehr glatt ausgebohrt, aufs Sorgfältigste äußerlich abgedreht und durch Einsetzen gehärtet. Ihre 3 Zoll betragende Länge ist durch hervorspringende Reifen in drei Theile gesondert, von welchen die beiden äußeren und kürzeren als Lagerzapfen dienen, die mittlere größte Abtheilung aber die Spur für den Treibriemen abgibt. Ein solcher Riemen dreht sämmtliche Röhren gleichzeitig äußerst schnell um ihre Achse, und gibt auf diese Weise den durch die Höhlung der Röhren hindurchgehenden Wollbändchen Rundung sowohl als Dichtigkeit. Der Durchgang der Bändchen oder Fäden wird mittelst eines Paares glatter eiserner Zugwalzen K, K erwirkt, welche sämmtliche Fäden einer Reihe zwischen sich nehmen, sie fortziehen, und hierdurch das stete Ablösen der Wolle von den Zylindern E, E′ bewirken. Die untere Walze eines jeden dieser Paare ist ein Ganzes und erhält von dem Mechanismus eine entsprechende Drehung um ihre Achse; die Oberwalze aber ist in Stücke getheilt (s. Fig. 3), welche einzeln herausgenommen werden können, nur vermöge ihres eigenen Gewichtes auf der Unterwalze lasten, und durch die Anreibung derselben zu drehender Bewegung veranlaßt werden. Ganz nahe an den Trommeln E, E′ treten also die Vließstreifen in die Röhren ein; beim Wiederaustritt haben dieselben die Gestalt stark gedrehter Fäden; jeder solche Faden umschlingt nun ein Mal einen vor der Ausgangsöffnung an seiner Röhre befindlichen glatten Eisendrahtbügel e, und tritt dann zwischen die Walzen K ein. Vermöge dieser Anordnung findet innerhalb des Rohres und bis zur Trommel E oder E′ hin Zusammendrehung des Fadens, zwischen e und K aber eben so starke entgegengesetzte Drehung desselben Statt; diese beiden Drehungen heben sich auf und der Faden gelangt

zwar rund und angemessen verdichtet, jedoch ohne effektive Drehung durch die Zugwalzen K nach den Aufwindespulen. Diese sind in den Abbildungen mit N, N bezeichnet, und werden vermittelst Friktion von den hölzernen Trommeln L, L umgetrieben. Die Fäden gehen vor den Spulen zwischen den Stiften oder Zähnen der Kämme M, M durch, welche als Fadenleiter dienen und zu dem schon bekannten Zwecke eine hin und her schiebende Bewegung empfangen. Die um Charniere oder Zapfen drehbaren Arme Y, Y, welche den Spulenachsen als Lager dienen, geben einer der allmäligen Verdickung des Spulenkörpers entsprechenden Hebung freien Spielraum. Eine sehr einfache und solide Lagerung der Röhren c, c ist, zugleich mit der Möglichkeit sie bequem ausnehmen und wieder einlegen zu können, dadurch erreicht, daß die Lagerzapfen aller zur nämlichen Reihe gehörigen Röhren in Wandausschnitten eines hohlen gußeisernen Querbalkens d liegen, der mit einem gußeisernen, an den Enden durch Schrauben und Flügelmuttern befestigten Deckel versehen ist (vergl. besonders Fig. 1 und 3).

Die Maschine erhält ihre Bewegung mittelst eines auf die Scheibe P (Fig. 3) geschlagenen Riemens, durch welchen direkt die große Trommel D — gewöhnlich (wie auch im folgenden stets vorausgesetzt werden soll) 120 Mal in 1 Minute — umgedreht wird, wonach deren Umfangsgeschwindigkeit, beim Durchmesser = 45 Zoll, 1413.7 Fuß beträgt. Das entgegengesetzte Ende der Trommelachse trägt ein 12zähniges Getriebe f, welches einerseits das Speisetuch A und die Einziehwalzen B, andererseits sämmtliche Arbeitswalzen H und die Vertheilungswalze C in Bewegung setzen muß. Zu diesem Behufe greift es in zwei Stirnräder — Q von 78 und Q¹ von 60 Zähnen — ein. Das erstere dieser beiden Räder ist mit einem 10er Getriebe i (Fig. 3) verbunden, welches mittelst der 26er Zwischenräder g, g′ das 64er Rad R treibt. Dieses sitzt an der untern Einziehungswalze B, die vermöge eines auf der andern Seite an ihr befindlichen 10er Getriebes einerseits direkt ein gleiches Getrieb h der obern Einziehwalzen, andererseits mittelst eines kleinen Zwischengetriebes ein 12zähniges Getrieb an der Walze A″ des Speisetuchs A umdreht. Hiernach macht in 1 Minute (auf 120 Umläufe der Trom-

mel D) jede der Einziehwalzen B $\frac{120 \times 12 \times 10}{78 \times 64} = 2.8846$, und die Tuchwalze A″ $\frac{2.8846 \times 10}{12} = 2.404$ Umgänge. Da nun der Durchmesser von B = 2.3 Zoll und jener von A″ = 2.5 Zoll ist, so folgt für die Einziehwalzen 20.84″ Peripheriegeschwindigkeit und für das Speisetuch 18.88 Zoll Bewegung auf 1 Minute.

Das schon erwähnte 60zähnige Rad $Q^1$ dreht zunächst das 42er Rad S um, dessen 12zähniges Getrieb k ein 25zähniges Rad l an der obern Kammwalze $E^1$ bewegt. Diese vollbringt mithin in der Minute $\frac{120 \times 12 \times 12}{42 \times 25} = 16.457$ Umgänge, und hat bei ihrem Durchmesser von 8.5 Zoll eine Umfangsgeschwindigkeit von 439.5 Zoll oder 36.62 Fuß. Am entgegengesetzten Ende ihrer Achse ist die Kammwalze E′ mit einem 40zähnigen Stirnrade m versehen, welches vermittelst eines Zwischenrades ein gleich großes Stirnrad an der untern Kammwalze E, folglich diese mit eben der Geschwindigkeit umtreibt, welche der E′ eigen ist. Das 40er Rad m der Letzteren greift in ein Rad o, von welchem die Bewegung einerseits auf zwei Zwischengetriebe $o^1$, $o^2$, andererseits auf ein Zwischengetrieb $o^3$ übergeht. $o^1$ greift in ein 8er Getrieb n (Fig. 3) an der untern Zugwalze des zur Kammwalze E′ gehörigen Paares K; $o^3$ hingegen in ein anderes 80er Getrieb an der untern Zugwalze des zweiten Paares K, welches die Fäden der Kammwalze E aufnimmt. Von $o^1$ wird ferner $o^2$, von diesem noch ein (in den Figuren nicht angedeutetes) Zwischengetrieb, und hiervon endlich ein 36er Rad n′ an der obern Spulentrommel L bewegt. Ein endloser Riemen, den man in Fig. 2 bei W zum Theile sieht, und der die beiden Spulentrommeln verbindet, pflanzt der untern Trommel gleiche Geschwindigkeit mit der obern ein. Vermöge m und der 8er Getriebe an den Zugwalzen K machen Letztere $\frac{16.457 \times 40}{8} = 82\,285$ Umgänge in 1 Minute, und da sie 1.75 Zoll dick sind, so findet man ihre Peripheriegeschwindigkeit = 452.3 Zoll, ein Geringes größer als die der Kammwalzen (439.5 Zoll, s. oben) was wegen gehöriger Anspannung der Fäden zweckmäßig ist. Eben so hat man, vermöge des Rades m = 40 und des Rades n′ an der Spulentrommel L = 36 Zähne, für diese Trommel

$$\frac{16.457 \times 40}{36} = 18.285$$

Umgänge auf 1 Minute, was bei 8 Zoll Durchmesser die Peripheriegeschwindigkeit zu 459.6 Zoll, also wieder um ein Geringes größer als jene der Zugwalzen K, ergibt. Von jedem der Vorgespinnstfäden werden folglich 38.3 Fuß in der Minute erzeugt und auf die Spulen N, N aufgewunden, indem das mit 36.62 Fuß aus der Kammwalze abgelösete Vließbändchen noch bis zu jener Länge sich zu strecken genöthigt ist.

Das 40zähnige Rad m der obern Kammwalze E′ greift in ein 84zähniges T ein, und dieses wieder in ein 36zähniges p (Fig. 3) an der fünften Arbeitswalze H, welche hierdurch 18.285 Umgänge in der Minute macht. Jede andere der Arbeitswalzen trägt ebenfalls ein 36er Rad p, und diese sind sämmtlich durch Zwischenräder q verbunden, erhalten also übereinstimmende Geschwindigkeiten. Mittelst eines ferneren Zwischenrades q′ treibt der erste (dem Speisetuche zunächst liegende) Arbeiter H ein 51er Rad (r, Fig. 3) an der Vertheilungswalze C, so daß diese 12.9 Mal in der Minute sich umdreht.

Der Läufer J und die fünf Wendewalzen G empfangen ihre Bewegung durch einen einzigen Riemen, für welchen die Achse der großen Trommel (innerhalb des Gestells) eine große Scheibe U, jene des Läufers eine kleinere s, und endlich die Achse jedes Wenders eine ähnliche Scheibe s′ enthält. Eine unterhalb der Trommel vorhandene Scheibe t dient nur zu gehöriger Leitung und Spannung des Riemens, dessen Lauf aus Fig. 2 ohne Weiteres sich ergibt und ganz übereinstimmend mit dem des Riemens 10 an der früher beschriebenen Pelzmaschine (Taf. 463, Fig. 2) angeordnet ist. Da die Scheibe U 22 Zoll Durchmesser hat, während jener von s′ und s, s... nur 6 Zoll beträgt, so entstehen 440 Umläufe in der Minute sowohl für den Schnellläufer J, als für die Wender G.

Es erübrigt nun noch die Bewegung der Röhren c, c und der Fadenleiter M M. Auf jener Seite der Maschine, wo die Haupt-Riemenscheibe P (Fig. 3) sich befindet, aber innerhalb des Gestells, sitzt auf der Trommelachse eine Riemenscheibe u. Von dieser, welche in Fig 1 punktirt angegeben ist, geht ein Riemen

schräg hinab auf die Scheibe v (Fig. 3.) der Welle V (Fig. 1, 2), welche nahe an ihren Enden noch zwei andere gleich große Scheiben v′, v′ trägt, um mittelst eines Riemens die beiden Reihen der Röhren zu treiben. Zu dem Behufe geht der von der einen Scheibe v′ heraufkommende Riemen in einer Schlangenlinie zwischen allen Röhren der oberen Reihe hindurch, berührt also wechselweise Eine von oben und Eine von unten; wendet sich dann abwärts, umfaßt die zweite Scheibe v′, steigt wieder hinauf, macht nun eine Schlangenlinie durch sämmtliche Röhren der untern Reihe, und kehrt endlich niedersteigend nach der ersten Scheibe v′ zurück, auf welcher sein Ausgangspunkt angenommen wurde. Eine Folge dieser Anordnung ist, daß die halbe Anzahl der Röhren nach einer anderen Richtung umgedreht wird als die zweite Hälfte; da indessen eine gedrehte Beschaffenheit des Fadens doch nicht entsteht, so bewirkt dieser Umstand keine Verschiedenheit des Vorgespinnstes, und er ist deßhalb gleichgiltig. Die Trommelscheibe u mißt 21 Zoll; v und v′, v′ sind einander gleich (8.5 Zoll), daher ohne Einfluß auf die Geschwindigkeit; die Theile an den Röhren, wo der Riemen dieselben treibt, haben 1.125 ($1\frac{1}{8}$) Zoll Durchmesser: hieraus ergeben sich 2240 Umläufe der Röhren in 1 Minute, sofern nicht ein geringes Zurückbleiben hinter der Geschwindigkeit des Riemens eintritt; jedenfalls kann man auf 2000 Umläufe sicher rechnen, und da diese sich auf eine während gleicher Zeit mittelst der Zugwalzen K durch die Röhrchen geführte Fadenlänge von 452.3 Zoll vertheilen, so empfängt 1 Zoll Vorgespinnst $4\frac{1}{2}$ bis 5 schraubenartige Drehungen, welche sogleich wieder vernichtet werden und keine andere Spur als die runde Gestalt und eine gedrängtere Lage der Wollhaare hinterlassen. — Um die Fadenleiter M, M zu bewegen, sind auf der Achse der obern Spulentrommel L, an deren äußerstem Ende, ein Paar Schraubengänge x (Fig. 2, 3) eingeschnitten, welche als Schraube ohne Ende ein 25zähniges Rad y umdrehen, die Achse dieses Letzteren ist mit einem kleinen Krummzapfen z versehen, durch den mittelst eines kurzen Zugstängelchens der obere Fadenleiter M direkt in einer zu den Spulen N parallelen Richtung hin und her geführt wird. Dieser obere Fadenleiter hängt aber mit dem untern durch einen stehenden gleicharmigen

Hebel F (Fig. I) zusammen, und theilt so demselben die Bewegung mit. Da die Spulentrommeln L, L (wie oben gezeigt) 18.285 Umgänge in 1 Minute machen, so folgt hieraus für die Fadenleiter Ein Hin- und Hergang in $\frac{25}{18.285} = 1.3673$ Minute oder 82 Sekunden; der einfache Weg (Hin- oder Hergang) wird in 41 Sekunden zurückgelegt und beträgt 1.6 Zoll, weil nur so viel Raum in der Länge der Aufwindespulen N für jeden einzelnen Faden vorhanden ist. Liefert nun die Maschine von jedem Faden 38.3 Fuß in der Minute oder 7.66 Zoll in der Sekunde, so durchläuft der Fadenleiter Ein Mal seinen Weg während 314 Zoll Faden sich aufwickeln; und haben die leeren Spulen 3 Zoll Durchmesser (9.42 Zoll Umfang), so fallen im Anfange $\frac{314}{9.42} = 33\frac{1}{3}$ Windungen auf 1.6 Zoll Spulenlänge neben einander, d. h. fast 21 auf 1 Zoll. Späterhin bei dicker gewordenen Spulen, legen sich die Windungen entsprechend weiter aus einander.

In folgender Tabelle sind die Geschwindigkeiten sämmtlicher arbeitenden Bestandtheile der Vorspinnkrempel übersichtlich zusammengestellt:

| Benennung der Maschinentheile | Durchmesser, Zoll | Umdrehungen in 1 Minute | Umfangsgeschwindigkeit in 1 Minute Fuß | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|
| Große Trommel D . | 45. | 120 | 1413.7 | |
| Speisetuchwalze A″ . | 2.5 | 2.404 | 1.5733 | = 18.88 Zoll, welches sonach auch die Geschwindigkeit des Speisetuches ist. |
| Einziehwalzen B . . . | 2.3 | 2.8846 | 1.7366 | = 20.84 Zoll. |
| Vertheilungswalze C | 11. | 12.9 | 37.15 | |
| Arbeitswalzen H . . . | 8. | 18.285 | 38.3 | |
| Wendewalzen G . . . | 4. | 440. | 460.77 | |
| Läufer J . . . . . . . | 12.75 | 440. | 1468.68 | |
| Kammwalzen E, E′ | 8.5 | 16.457 | 36.62 | = 439.5 Zoll. |
| Röhren c, c . . . . . | — | 2240. | | |
| Zugwalzen K, K . . | 1.75 | 82.285 | 37.69 | = 452.3 Zoll. |
| Spulentrommeln L, L | 8. | 18.285 | 38.3 | = 459.6 Zoll. |

Es wird angegeben, daß eine Maschine wie die vorstehend beschriebene in 1 Stunde ununterbrochenen Ganges 9 bis 14 Wiener Pfund Wolle verarbeiten könne, je nach Verschiedenheit derselben und nach der größern oder geringern Feinheit des daraus erzeugten Vorgespinnstes. Es ist am besten, in den verschiedenen Fällen die Geschwindigkeit des Zuführtuches und der Einziehwalzen einerseits, sowie jene der Kammwalzen nebst Zugwalzen und Spulentrommeln andererseits, durch Anwendung geeigneter Wechselgetriebe zu modifiziren. Sollten aber die beiden eben genannten Wollquantitäten unter denselben in obiger Beschreibung zu Grunde gelegten Geschwindigkeitsverhältnissen aufgearbeitet werden, so würde die Rechnung sich folgender Maßen stellen. Um 9 Pfund Wolle stündlich durchgehen zu lassen, müßten diese auf $60 \times 1.7366 = 104.2$ Fuß Länge vertheilt den Einziehwalzen B dargeboten werden; und da die Maschine 44.8 Zoll im Beschlage breit ist, so hätte der in Arbeit genommene Pelz bei dieser Breite und 104.2 Fuß Länge 9 Pfund zu wiegen, d. h. bei 88 Zoll Länge (auf einer 28zölligen Pelztrommel entstanden) $20\frac{1}{4}$ Loth. Wenn keine Rücksicht auf den geringen während der Bearbeitung Statt findenden Gewichtabgang genommen wird, findet man ferner, daß in 1 Stunde die Aufwindespulen $60 \times 38.3 — 2298$ Fuß von jedem Faden, von 56 Fäden zusammen also 128688 Fuß empfangen. Wiegen diese 9 Pfund, so gehen auf 1 Pfund 14298 Fuß oder 5800 Ellen Vorgespinnst. Sollen dagegen 14 Pfund in 1 Stunde bearbeitet werden, so muß der vorgelegte Pelz in 88 Zoll Länge sehr nahe 1 Pfund (31.53 Loth) wiegen; das erzeugte Vorgespinnst betrüge wie vorher 128688 Fuß, aber 1 Pfund desselben enthielte nun nur 9192 Fuß oder 3729 Ellen.

### b) Vorspinnen.

Dem eigentlichen Spinnen d. h. der Darstellung des Garns, geht in der Regel ein vorbereitender Prozeß voraus, nämlich die Bildung eines dicken und sehr lockern Fadens, aus welchem die Spinnmaschine (Feinspinnmaschine) durch angemessene Streckung, verbunden mit mehr oder weniger starker Drehung, das Garn erzeugt. Jener sehr grobe weiche Faden heißt Vorgespinnst, Vorgarn, seine Bereitung das Vorspinnen. In einzel-

nen Fällen unterbleibt das Vorspinnen gänzlich, indem man entweder die von der letzten Kratzmaschine gebildeten Locken ohne Weiteres gleich auf die Feinspinnmaschine bringt und zu Garn spinnt; oder auf einer mit Spindeln versehenen Vorspinnkrempel den durch Theilung des Vließes entstehenden Wollbändchen eine so starke Streckung und einen so hohen Grad von Drehung ertheilt, daß die daraus hervorgehenden Fäden nicht Vorgespinnst sondern Garn sind. Ersteres Verfahren wird zur Fabrikation grober Garne (der einzigen, wozu es sich eignet), öfters ausgeübt; die zweite Methode würde sich als außerordentlich zeitsparend in vorzüglichem Maße empfehlen, wenn sie wirklich fehlerfreie und auch etwas feine Garne zu liefern im Stande wäre, was mit Grund zu bezweifeln ist, da derartige Versuche bis jetzt vereinzelt dastehen und, soviel bekannt, keine nennenswerthe Nachfolge gefunden haben.

Von diesen beiden Ausnahmen abgesehen, macht das Vorspinnen stets einen wesentlichen Theil des Fabrikationsganges aus: es kann aber entweder gleich auf der letzten Kratzmaschine Statt finden, indem man dieser einen Vorspinnapparat anfügt und sie demnach als Vorspinnkrempel gebraucht, wovon im Obigen gehandelt wurde; oder man kann sich zum letzten Kratzen einer Lockenmaschine bedienen und die von derselben gelieferten Locken dann in einer selbständigen Operation, auf einer eigenen Vorspinnmaschine — also mit offenbar größerem Aufwande von Zeit und Arbeitskraft — zu Vorgarn verarbeiten. Gegenwärtig ist wohl die Mehrzahl der Streichwollspinnereien schon mit Vorspinnkrempeln versehen; in denjenigen, die es nicht sind, kommen Vorspinnmaschinen von zweierlei Art vor. Im Allgemeinen ihres Baues haben Beide eine Aehnlichkeit mit der zum Spinnen der Baumwolle gebräuchlichen Mulemaschine (s. Baumwollspinnerei, Bd. I. S. 573), sofern wie bei dieser die Spindeln auf einem mit Rädern versehenen Wagen stehen, welcher während des Ausziehens auf eine bestimmte Entfernung vom feststehenden Theile der Maschine herausgefahren und alsdann zum Aufwickeln der gesponnenen Fäden wieder eingefahren wird; allein die zum Ausziehen der Fäden dienenden Streckwalzen der Mulemaschine fehlen, und sind durch einen

einfacheren Mechanismus ersetzt, welcher zur Darstellung so grober Fäden, wie hier beabsichtigt werden, völlig genügt. Nach der einfachsten Konstruktion werden alle Bewegungen der Maschine von der Hand eines Arbeiters (des **Vorspinners**) hervorgebracht, theils durch Umdrehen einer Kurbel, die an einem großen Schwungrade sich befindet, theils durch unmittelbares Schieben des Wagens; um aber den Erfolg weniger von der Geschicklichkeit und dem guten Willen des Arbeiters abhängen zu lassen, baut man oft die Maschinen so, daß das Ausfahren des Wagens mit allen dabei Statt findenden Bewegungen (also das Ausziehen und Drehen der Fäden) durch Elementarkraft, — Wasser oder Dampf, — und nur das Einfahren (Aufwickeln des Gespinnstes auf die Spindeln) durch die Hand verrichtet wird. Sie werden damit aber freilich bedeutend künstlicher und kostspieliger.

1) Eine Vorspinnmaschine der einfachern Art, mit 40 Spindeln, ist durch Zeichnungen auf Taf. 466 und 467 dargestellt. Erstere enthält in Fig. 1 den vollständigen Grundriß, in Fig. 2 bis 11 verschiedene Details (wovon Fig. 4 bis 11 nach einem doppelt so großen Maßstabe gezeichnet, als Fig. 1, 2, 3); Fig. 1 auf Taf. 467 ist ein Endaufriß, Fig. 2 ein senkrechter Querdurchschnitt nach $\alpha$ $\beta$ des Grundrisses.

Das Gestell des unbeweglichen Theiles (gleich den größeren Bestandtheilen des Wagens aus Holz gebaut) hat zur Grundlage drei Querschwellen wie C (Taf. 467 Fig. 1, 2), an jedem Ende eine, und eine in der Mitte; diese sind durch zwei Langschwellen A und B (Fig. 2) verbunden, und bilden damit einen Rahmen, von welchem sich drei Ständer D erheben. Streben wie E sichern noch mehr die feste Vereinigung der Ständer mit den Querschwellen. Oben geht horizontal von jedem Ständer ein Arm F aus (vergl. Fig. 1, Taf. 466), um den Apparat zum Einführen und Festhalten der Locken zu tragen, nämlich das Speisetuch, die Vorziehwalzen und die Presse. Der mittlere Arm F (Fig. 2, Taf. 467) wird noch durch einen langen Riegel H unterstützt, der in die zwei äußeren Ständer D eingezapft ist und durch sechs Zwischenständer wie G mit der Langschwelle A zusammenhängt. Nahe über dem Fußboden endlich lagern auf den Schwel-

len A, B horizontal zwei Gleisbäume J, J, welche durch Unterlagen K die nöthige Stützung bekommen, und jeder in einem niedrigen Ständer L verzapft sind. Der Raum auf den Kupfertafeln hat nicht gestattet, die Gleisbäume in ihrer vollen Länge zu zeichnen; es hat daher aus jedem derselben ein Stück herausgebrochen werden müssen, und es ist deshalb zu bemerken, daß der Abstand von B zu L (Fig. 2, Taf. 467) im Lichten gemessen 8 Fuß beträgt. Auf der obern Fläche der Bäume J, J sind eiserne auf der Kante liegende Schienen M, M eingelassen, deren hervorragender Theil als Gleis für die Räder des Wagens dient.

Durch den mittleren Ständer D ist die Länge der Maschine in zwei gleiche Theile getheilt, von welchen ein jeder für sich drei hölzerne (mit eisernen Zapfen versehene) Walzen N, O, P, nebst einem über O und P schräg ausgespannten endlosen Speisetuch von Wachsleinwand enthält. Zur Unterstützung des obern Theiles dieses Tuchs ist die an den Ständern D und ihren Armen F befestigte Holztafel R angebracht: in Fig. 2 auf Taf. 467 sieht man den Durchschnitt derselben; in Fig. 1, Taf. 466, bei R die Fläche einer dieser Tafeln, indem hier das Speisetuch weggelassen wurde, um auch die Walze P sichtbar zu machen. Die Walze O hat einen Ueberzug von Tuch oder anderem Wollenzeug, um dem Speisetuche eine etwas weiche und elastische Unterlage zu gewähren; ihre Zapfen laufen in drei eisernen Gabellagern W (Fig. 1. Taf. 466 und 467), welche mittelst Schraubbolzen X auf den Gestellsarmen F befestigt und hierdurch auch stellbar sind (vergl. Fig. 4, Taf. 466). Um beide Walzen O (in den zwei Abtheilungen der Maschine) als ein Ganzes von Einem Punkte aus in Umdrehung setzen zu können, sind sie zusammengekuppelt und an der Kuppelungsstelle mit einem kleinen Zahnrade versehen, wie deutlich aus Fig. 5 bis 11 (Taf. 466) hervorgeht. Zunächst ist jede der Walzen O auf derjenigen Endfläche, womit sie der andern sich zuwendet, mit einer aufgeschraubten eisernen Scheibe a beschlagen; im Mittelpunkte eben dieser Endfläche enthält die eine ein viereckiges Loch c, die andere einen langen Zapfen b, dessen vierkantiger äußerster Theil in jenes Loch eingeschoben wird, während der runde Theil zur Lagerung in W (Fig. 4) und zur Aufnahme des lose angesteckten Zahnrades oder Getriebes f dient

Rund um den Zapfen b sind drei Sperrkegel e, e, e angebracht, welche durch kleine Vorsprünge d der Eisenscheibe a verhindert werden, sich zu weit vom Mittelpunkte zu entfernen. Mit dem Getriebe f ist das Sperr-Rad g aus Einem Stücke gearbeitet. Sind nun die (in Fig. 7, 8, 9 getrennt vorgestellten) Bestandtheile zusammengesteckt, wie in Fig. 6, so ist die Wirkung der beschriebenen Anordnung: 1, daß die beiden Walzen O, O sich stets nur gemeinschaftlich umdrehen müssen; und 2, daß, wenn das Getriebe f eine drehende Bewegung empfängt, es nur dann die Walzen O zur Annahme dieser Bewegung veranlaßt, wenn deren Richtung zufolge das Sperr-Rad g vermöge der Sperrkegel e das Mitgehen der Walzen erzwingt: eine entgegengesetzte Drehung bleibt auf f und g beschränkt, und die Walzen O, O liegen dabei still, weil die Sperrzähne unter den Kegeln e durchschlüpfen. Es ist dieses so genannte Gesperr ein so oft zu ähnlichem Zwecke angewendeter (z. B. in Uhren ꝛc. vorkommender) Apparat, daß eine weitere Erklärung überflüssig erscheint. Die Richtung, in welcher die Umdrehung der Walzen O erfolgt, findet man in Fig. 2, Taf. 467, durch einen Pfeil ausgedrückt.

Die beiden Oberwalzen N, N sind ebenfalls mittelst viereckigen Zapfens und Loches zusammengekuppelt, bekommen aber eine drehende Bewegung nicht anders als durch die von O veranlaßte Friktion; sie liegen übrigens auf O nur vermöge des eigenen Gewichts, ohne besondere Druckvorrichtung; ihre Zapfen werden gleichfalls von den gabelförmigen Lagern W aufgenommen. Was endlich die Walzen P, P betrifft, so ist jede derselben ganz unabhängig von der andern. Ihre Zapfen laufen in Löchern schräger hölzerner Arme, von welchen der eine Y (Fig. 1, Taf. 466), auf dem Rande der Taf. R angeschraubt ist, während der andere ST (s. auch Fig. 1, Taf. 467) seine Befestigung an dem betreffenden äußern Gestellsarme F findet, und wegen seiner größern Länge überdieß durch einen in den Ständer D eingeschlagenen eisernen Haken U unterstützt wird. Die Schraubbolzen Z, Z und V, V gehen durch Schlitze der Arme Y, Y und ST, ST, damit man durch Verstellung der Walzen P, P die Speisetücher Q angemessen spannen kann.

In das schon erwähnte Getriebe f der Walze O greift ein

unter diesem befindliches, frei auf einem kurzen Zapfen drehbares Getrieb h ein (s. Fig. 2 Taf 467); beide Getriebe haben gleichviel Zähne, nämlich jedes 12 oder 13.

Zu dem unbeweglichen, d. h. seinen Platz nicht verlassenden Theile der Maschine gehört schließlich die Presse, deren Beschaffenheit durch Vergleichung der Fig. 1, 2, 3 auf Taf. 466, und Fig. 1, 2 auf Taf. 467 sich ergibt Ihre Hauptttheile sind zwei vierkantige dünne Balken A', B', von welchen der untere B' auf den vordersten Enden der drei Gestellsarme F festliegt, der obere A' aber sich erheben und niederlassen läßt. In dem Längenaufrisse Fig. 2, Taf. 466, haben dieselben wegen Raummangels so gezeichnet werden müssen, als ob nahe dem einen Ende ein Stück herausgebrochen wäre; die vollständige Länge ergibt sich aber aus dem Grundrisse Fig. 1 derselben Tafel. In der obern Fläche von B' sind zwei parallele Leistchen i, i von Buchsbaumholz eingelassen, und die Unterseite von A' enthält zwei dazu passende Nuthen R, R, was Beides am besten aus dem Querdurchschnitte Fig. 3 zu erkennen ist, da dieser wie Fig. 2 die Presse im geöffneten Zustande vorstellt, während sie in Fig. 1, 2 der Taf. 467 geschlossen erscheint. Zur Führung des beweglichen Obertheils A' schiebt sich derselbe mit runden Löchern auf drei senkrechten eisernen Stiften oder Bolzen wie l m, welche in B' und F festsitzen, zugleich auch diese Beiden mit einander verbinden. Um die Presse durch Hebung des Oberbalkens A' öffnen zu können, ist an jedem Ende auf der Außenseite des Gestells ein einarmiger hölzerner Hebel C'-D' angebracht, dessen freies Ende D' einen unterwärts sanft bogenförmig abgeschrägten Schnabel bildet. Wird hier ein nach oben gerichteter Druck ausgeübt, so steigen nicht nur diese beiden Hebel, sondern sie nehmen zugleich den Preßbalken A' vermöge der eisernen Verbindungsschienen u (s. besonders Fig. 1, Taf. 467) mit in die Höhe. Eine eigene Vorrichtung erhält alsdann die Presse so lange als nöthig in dem geöffneten Zustande, und bewirkt zu rechter Zeit deren Schließung. Auf der hintern Seite des Balkens A' ragt nämlich eine eiserne Nase n hervor, und am Balken B' befindet sich ein um p drehbarer eiserner Hebel o q, dessen oberes Ende o vermöge Druckes der Feder t unter jene Nase einfällt. Der Endpunkt q des klei-

nen Hebels bildet ein Charnier, um welches sich ein zweiter noch kürzerer Hebel r s dergestalt drehen kann, daß ein nach der Richtung des Pfeils (Fig. 3, Taf. 466) auf s ausgeübter Druck das Gelenk q steif findet, also ein Kippen des Ganzen um den Punkt p, somit die Auslösung und das Niederfallen des Balkens A′, veranlaßt; wogegen ein Druck in entgegengesetztem Sinne nur die Folge hat, daß r s um q sich ein wenig dreht, der längere Hebel o p q aber in Ruhe bleibt. Der Gebrauch dieses Apparates wird bald seine Erklärung bekommen.

Der Wagen, d. h. der die Spindeln tragende bewegliche Hauptttheil der Maschine, läuft mittelst vier gußeiserner, auf ihrem Kranze ausgefurchter Räder E′, E′, E′, E′ auf den schon oben erwähnten eisernen Gleisschienen M, M, kann sich also hierdurch der Presse A,′ B′ nähern, oder von derselben entfernen; die Achsen der Räder sind aus Schmiedeisen gemacht, in den Radnaben fest, und an ihren Enden mit Zapfen versehen, welche oberhalb von hakenförmigen eisernen Pfannen G′ der vier parallelen Balken F′ F′ umfaßt werden. Damit der Wagen sicher und sanft auf seinen Gleisen geht, und bei einem während seiner Führung etwa eintretenden schiefen Drucke nicht nur er verhindert ist, von den Schienen M abzukommen, sondern selbst jede Klemmung oder bedeutende Seitenreibung zwischen jenen Schienen und den Rädern vermieden wird, ist folgende besondere Vorrichtung angebracht. Zwei hölzerne doppelspurige Rollen H′, J′ stecken drehbar auf unbeweglichen eisernen Spindeln, welche von den zwei äußersten der erwähnten Balken F′ nach unten vorspringen; sie dienen zur Leitung zweier starker Schnüre H′, L′, deren Lauf man vollständig in Fig. 1, Taf. 466, erkennt. Jede dieser Schnüre ist einerseits an einem von den früher erwähnten sechs Zwischenständern G des Maschinengestells, andererseits an dem diagonal gegenüber stehenden niedrigen Ständer L befestigt und nimmt ihren Weg über die Rollen H′, J′ dergestalt, daß sie sich mittelst derselben zwei Mal unter rechtem Winkel wendet. In der Mitte zwischen H′ und J′ kreuzen sich demnach die Schnüre, welche — soweit sie von anderen Maschinentheilen verdeckt werden — durch verschiedenartige Punktirung ausgedrückt sind, damit man sie leicht von einander unterscheiden kann. Bei ihrer beträchtlichen

Länge bedürfen die Schnüre einer Vorrichtung zu gehöriger und gleichmäßiger Spannung; sie sind deshalb mit den Ständern L, L nicht direkt verbunden, sondern hier an einer kleinen eisernen, mit Kurbel, Sperr-Rad und Sperrkegel versehenen Welle M′ befestigt, welche nach Bedürfniß eine Auf- und Abwickelung gestattet (vergl. Fig. 1, Taf. 467).

In sich selbst näher betrachtet, besteht der Wagen aus zwei senkrechten rahmenförmigen Endstücken wie N′, N′, N (Fig. 1, Taf. 467), drei dieselben verbindenden Langhölzern Q′, R′, T′ (Fig. 2, Taf. 467), und einer etwas geneigten Decke S¹, welche Letztere in Fig. 1, Taf. 466, nach ihrer ganzen Flächenausdehnung zu sehen ist. In der Mitte sind zu festerer Verbindung noch das Querholz O′ und die auf demselben errichtete Stütze P′ angebracht. Die schon bekannten, mit den Pfannen G′ der Räder E′ versehenen Balken F′ sind an R′ und Q′ befestigt. Ein kleiner Kasten U′ an der Vorderseite des Wagens (s. Fig. 1, Taf. 466, und Fig. 2, Taf. 467) dient zum Hineinlegen der während der Arbeit sich ergebenden Fädenabfälle ꝛc. Mitten auf der Decke S′ erhebt sich eine hölzerne Rippe, an welcher mittelst zweier Schraubbolzen v, v die horizontale eiserne Zahnstange V′ befestigt ist, von deren Seitenfläche ein Stift mit darauf sitzender kleiner Friktionsrolle w vorspringt. Da die Bolzen v durch Schlitze der Zahnstange gehen, so kann man Letztere in der Richtung ihrer Länge nöthigenfalls ein wenig verschieben und dadurch ihre Stellung berichtigen. Die Höhe, in welcher die Zahnstange liegt, ist so abgemessen, daß deren Verzahnung beim Hingehen unter dem Getriebe h (Fig. 2, Taf. 467) in dieses eingreift. Endlich befindet sich auswendig auf jedem der beiden Endstücke N′ des Wagens eine um einen eisernen Stift frei drehbare hölzerne Friktionsrolle e′ (Fig. 1, Taf. 466 und 467), deren Dienstleistung später angegeben wird.

Der Wagen, als Träger der Spindeln, hat folgende Einrichtung zur Unterstützung dieser Letzteren (vergl. Fig. 2, Taf. 467, mit Fig. 1, Taf. 466). Auf dem Balken Q′ des Wagens liegt mittelst Schraubbolzen befestigt eine starke Latte W′, und in diese sind messingene Pfannen (Näpfchen) eingelassen, in deren Vertiefungen die unteren rundlich zugespitzten Enden x der Spin-

deln xb′ sich drehen. Man sieht eine Spindel nach größerem Maßstabe in Fig. 5, Taf. 467, abgebildet. Sie ist von Stahl, völlig gerade, genau rund abgedreht oder abgeschliffen, und verjüngt sich nach oben hin derartig schlank, daß sie zuletzt in eine glatt abgerundete stumpfe Spitze ausläuft; y ist eine fest aufgetriebene hölzerne Schnurrolle; c′ ein messingenes Knöpfchen, als Stütz- und Ruhepunkt für die flach tellerartig gestaltete hölzerne Scheibe z, welche so auf der Spindel steckt, daß sie leicht nach oben von derselben abgezogen werden kann. An dem obern Langholze T′ des Wagens sitzt für jede Spindel eine kleine messingene Gabel a′ (Fig. 2, Taf. 467), in welcher dieselbe sich anlehnt, um die von der Zeichnung dargestellte schräge Stellung zu behaupten. Die punktirten Linien d′, d′ in Fig. 5 zeigen die länglich birnförmige Gestalt an, welche eine völlig mit Vorgespinnst bewickelte Spindel durch die Bewickelung bekommt, damit sie möglichst viel davon aufnimmt, ohne es abrutschen zu lassen; man sieht hieraus, daß der Teller z dem Wickel oder Kötzer d′ zur Basis dient, und diesen von der Spindel abschiebt, wenn er selbst abgezogen wird. Auf solche Weise vermeidet man die Nothwendigkeit, das Vorgespinnst direkt mit den Fingern anzufassen, wodurch es leicht Schaden nehmen oder in Unordnung gebracht werden könnte.

Die Drehung der Spindeln hervorzubringen, dient das hölzerne Schwungrad X′ nebst anderen sogleich zu erwähnenden Theilen. Dieses Rad hat eine lange eiserne Achse Y′ mit Kurbel Z′. Die Achse hat ein Lager zunächst am Rade in dem eisernen Arme f′, der an einem emporragenden Theile h′ des Wagen-Endes N′ festgeschraubt ist; ein zweites Lager nahe bei der Kurbel in dem längeren eisernen Arme g′, welcher mit seinem untern Ende am Balken Q′ verbolzt, überdieß durch zwei eiserne Streben wie i′ (Fig. 2, Taf. 467) mit dem Riegel T′ verbunden ist. Das Schwungrad X′ dient als Schnurscheibe, indem über den ausgefurchten Kranz desselben, dann ferner (Fig. 1, Taf. 467) über eine Spannrolle $A^2$ und eine Scheibe $B^2$, eine dicke (am besten aus Lederstreifen gedrehte) Schnur ohne Ende geschlagen ist. An gemeinschaftlicher Achse mit $B^2$ befindet sich die den ganzen Wagen entlang liegende hölzerne Walze $C^2$ (Fig. 2, Taf. 467), von welcher baumwollene Schnüre ohne Ende, wie R′, auf die Spin-

delrollen y gelegt sind. Die Walze $C^2$ ist rundum mit seichten Längenfurchen ausgestattet, um das wirkungslose Gleiten ihrer Mantelfläche unter den Schnüren zu erschweren; ihre Achse liegt in drei (wegen des Anspannens der Schnüre stellbaren) Lagern wie l′, von welchen eins an jedem Ende und eins in der Mitte angebracht ist: dieses mittlern Lagers halber muß die Walze aus zwei Theilen bestehen, die mittelst vierkantigen Zapfens an einander gekuppelt sind.

Mit den bisher beschriebenen Bestandtheilen verrichtet die Maschine das Spinnen (Ausziehen und Drehen der Vorgespinnstfäden) auf folgende Weise.

Die zu verarbeitenden Locken werden durch Kinder von der Lockenmaschine weggenommen und der Vorspinnmaschine vorgelegt, weshalb gewöhnlich die letztere ganz nahe hinter der Lockenmaschine steht, um einen zeitraubenden und öfters auch Beschädigungen herbeiführenden Transport der Locken zu vermeiden. Bei dem Folgenden wird man zweckmäßig die Fig. 2 der Taf. 467 vorzugsweise im Auge behalten, dabei aber sich den Wagen hereingefahren vorstellen (wonach die Wand R′ des Wagens die beiden äußersten Ständer D des Gestells berührt, die Spitzen b′ der Spindeln höchstens 1 Zoll weit von der Presse A′ B′ entfernt stehen), und auch die Presse als offen annehmen. So viele Locken als Spindeln vorhanden sind (im gegenwärtigen Falle also 40), werden auf das schräge Speisetuch Q gelegt, mit ihren Anfängen zwischen den Walzen N, O durchgeführt, eben so durch die geöffnete Presse geleitet, und an den Spitzen der Spindeln durch mehrmaliges Herumwinden befestigt. Indem nun der Arbeiter den Wagen mit der linken Hand anfaßt und — rückwärts gehend — denselben ausfährt, zugleich aber mit der rechten Hand die Kurbel Z′ dreht, greift die Zahnstange V′ in das Getrieb h, und dreht hierdurch die Walze O nach der Richtung des in der Zeichnung angegebenen Pfeiles um, wobei die Oberwalze N durch Reibung mitgeht, und auch das Speisetuch Q sich in Bewegung setzt. Dieß bewirkt, daß alle Locken durch die offene Presse herausgeführt werden und den Spindeln folgen. Der Wagen muß aber mit solcher Geschwindigkeit geführt werden, daß er ein klein wenig schneller geht als die Locken, und also diese letzteren nicht nur gespann

erhält, sondern sogar schon um ein Geringes streckt. Das Vorziehen der Locken durch die Walzen N, O dauert nur kurze Zeit: sobald der letzte Zahn der Stange V′ das Getrieb h verlassen hat, stehen die Walzen still; zugleich stößt die kleine Friktionsrolle w der Zahnstange an das Ende s des Hebels s p o, entfernt damit o von der Nase n, die Presse fällt zu und klemmt sämmtliche Locken fest ein. Während nun die Locken nicht weiter nachrücken, fährt der Spinner fort, den Wagen herauszubewegen und die Kurbel zu drehen. Durch Ersteres werden die zwischen Presse und Spindeln ausgespannten Portionen der Locken in die Länge gezogen; vermöge der Kurbeldrehung werden von dem Schwungrade X′ aus die Spindeln in Umlauf gesetzt. In dem Maße, wie die so entstehenden Fäden sich verlängern, muß — um mit Streckung und Drehung gleichen Schritt zu halten, und eine gleichmäßige Drehung in der ganzen Länge zu erzeugen, entweder die Bewegung der Kurbel beschleunigt oder jene des Wagens verzögert werden, worin zu großem Theile die Kunstfertigkeit des Spinners besteht. Der Weg, den der Wagen durchläuft, beträgt an der gegenwärtigen Maschine 81 Zoll; die dadurch aus der zu Anfang vorgeführten Portion Locke entstandenen 81 Zoll Vorgespinnstfaden nennt man einen Auszug. Die Feinheit des Vorgespinnstes hängt ab von der Dicke der Locken und von dem Grade der Streckung, welche letztere erfahren, also — da der Auszug = 81 Zoll eine konstante Größe ist — von der Länge derjenigen Lockenportion, welche zu einem Auszuge verarbeitet wird. In letzterer Beziehung ist innerhalb gewisser Grenzen eine Veränderung dadurch möglich, daß man die Zahnstange V′ vermittelst ihrer Schlitze bei v, v in der Längenrichtung verstellt. So, wie sie der Abbildung nach steht, wirkt sie mit 16 ihrer Zähne auf das Getrieb h; die äußersten Stellungen, welche man ihr geben kann, bringen beziehungsweise 15 und 18 Zähne zur Wirkung. Die Getriebe h und f haben 12 Zähne; hiernach macht vermittelst der Zahnstange die Walze O bei einem Auszuge mindestens $\frac{15}{12} = 1\frac{1}{4}$ und höchstens $\frac{18}{12} = 1\frac{1}{2}$ Umdrehungen. Da nun der Durchmesser von O = 3 Zoll, d. h. der Umfang = 9.42 Zoll ist, so wird zu einem Auszuge im erstern

Falle 11.77 Zoll, im letzteren Falle 14.13 Zoll von jeder Locke aufgearbeitet. Indem hier wie dort 81 Zoll Vorgarn entstehen, findet eine Verlängerung (Streckung) der Locken beziehungsweise auf das $\frac{81}{11.77} = 6.88$fache und auf das $\frac{81}{14.13} = 5.73$fache Statt. Sind nun z. B. die angewendeten Locken von der Art, daß 1100 Fuß auf 1 Pfund gehen, so wiegen für die beiden in Rede stehenden Fälle $1100 \times 6.88 = 7568$ Fuß, oder $1100 \times 5.73 = 6303$ Fuß des entstehenden Vorgespinnstes 1 Pfund. Solches grobes Vorgarn erhält sehr nahe 2 Drehungen auf 1 Zoll Länge, oder etwa 160 auf den ganzen Auszug von 81 Zoll. Das Schwungrad X′ hat 36 Zoll, die Schnurscheibe $B^2$ 5 Zoll, die Walze $C^2$ 4½ Zoll, jede der Spindelrollen y 1 Zoll im wirksamen Durchmesser; es erzeugt also jede volle Drehung der Kurbel Z′ $\frac{36}{5} \times \frac{4.5}{1} = 32$ Umläufe der Spindeln, und demnach müssen $\frac{160}{32}$ oder 5 Kurbeldrehungen während des Herausspinnens gemacht werden.

In dem Augenblicke, wo der Wagen das Ende seines vorgeschriebenen Weges erreicht hat und angehalten wird, hört der Spinner auch auf die Kurbel zu drehen, und schreitet sogleich zum Einfahren, womit die Fäden auf die Spindeln aufgewickelt (aufgeschlagen) werden. Hierbei ist zunächst nöthig, daß die Fäden eine veränderte Richtung gegen die Spindeln annehmen, und in jedem Augenblicke nach demjenigen Theile derselben geleitet werden, wo man ihre Aufwickelung bewirken will, um schließlich einen gut geformten Kötzer von schlank birnförmiger Gestalt (d′ d′, Fig. 5, Taf. 467) zu Stande zu bringen. Den zu diesem Zwecke dienlichen Apparat erläutern Fig. 1 auf Taf. 466, und Fig. 2 auf Taf. 467.

Vor der Reihe der Spindeln her liegt eine runde hölzerne Stange $D^2$, welche aus zwei in der Mitte bei q′ mittelst viereckigen Zapfens zusammengekuppelten Theilen besteht, und mit ihren eisernen Zapfen in drei Lagern drehbar ist. Zwei dieser Lager befinden sich an den Enden des Wagens, das dritte bietet in der Mitte der sowohl an T′ als Q′ angeschraubte eiserne Bügel r′ s′ dar. Die Stange $D^2$ (welche zugleich als Handgriff

zum Aus- und Einfahren des Wagens dient) ist mit sechs eisernen Armen m' versehen, an welchen zwei, zur Stange selbst parallele, in einer einzigen geraden Linie liegende, leichte hölzerne Latten n', n' befestigt sind. Nach auswärts trägt die Stange einen andern (hölzernen) Arm o' mit daran steckendem Gewichte p'. Vermöge dieses Gewichtes stellt sich die Stange $D^2$ im freien Zustande von selbst so, daß die Arme m' schräg aufwärts gerichtet sind und die Latte n' während des Herausspinnens nicht im Wege steht. Beim Einfahren aber wird durch die Hand des Arbeiters die Stange so gedreht, daß umgekehrt das Gewicht p' sich hebt, die Latte n', n' herabgesenkt wird, nöthigenfalls bis zur tiefsten Stellung, welche Fig. 2, Taf. 467 angibt. Die Latte drückt dabei die unter ihr befindlichen — zwischen der Presse A' B' und den Spindeln b' z ausgespannten — Fäden mehr oder weniger nieder, und leitet sie auf jenen Theil der Spindellänge, wo ihre Aufwickelung stattfinden soll. Die in Fig. 2 (Taf. 467) mit $E^2$ bezeichnete Linie zeigt den Lauf eines Fadens bei mehr als halb eingefahrenem Wagen und unter der Voraussetzung, daß er in diesem Augenblicke dicht über der Scheibe Z auf die Spindel aufgewunden wird.

Der Vorgang beim Einfahren oder Aufschlagen ist nun folgender: Zuerst dreht der Spinner die Kurbel Z' des Schwungrades ein wenig verkehrt herum, bewirkt damit eine geringe Abwickelung der Fäden von den Spindeln, macht sie also schlaff, daß sie ohne abzureißen durch die Latte n' niedergetrieben werden können. Von demselben Augenblicke an senkt er auf schon bekannte Weise diese Latte, anfangs rascher, später langsamer; schiebt den Wagen vor sich her gegen die Presse zu, und dreht zugleich die Kurbel in derselben Richtung um, wie dieß beim Ausfahren (Spinnen) geschehen ist. Das Umlaufen der Spindeln hat jetzt — wegen der veränderten Richtung der Fäden zu ihnen — nicht eine Drehung derselben, sondern einzig deren Aufwindung zur Folge; und der Arbeiter muß es verstehen, den Gang des einfahrenden Wagens in gehörige Uebereinstimmung mit dem Aufwinden zu bringen, damit die Fäden weder schlaff hängen, noch gewaltsam angespannt werden, oder gar abreißen. Das langsamere oder schnellere Senken der Latte n' erzeugt die

gewünschte Birngestalt des Vorgarn-Kötzers, indem da, wo die Latte länger vor derselben Gegend der Spindeln verweilt, die Fadenwindungen sich dichter und zahlreicher auflagern, und umgekehrt. Wenn gegen Ende des Einfahrens die Friktionsrolle w der Zahnstange V′ an den kleinen Hebel r s der Presse kommt, so schwingt dieser ein Mal um seinen Drehpunkt q, weicht also aus; die Zahnstange selbst greift dann in das Getrieb h ein, und dreht dasselbe um, eben so mittelbar das Getrieb f an der Walze O; allein diese letztere empfängt hierdurch keine Bewegung, weil das früher erklärte Gesperr (Fig. 6 bis 10, Taf. 466) die Umdrehung des Getriebes ohne ein Mitgehen der Walze gestattet. Zuletzt treten die Friktionsrollen e′, außen an beiden Enden des Wagens, unter die abgeschrägten Enden D′ der Hebel C′ D′, und öffnen dadurch die Presse A′ B′ in demselben Augenblicke, wo der Wagen zum Stillstand kommt. Jetzt befinden sich alle Theile in der Lage, bei welcher von Neuem das Ausfahren (das Spinnen des nächsten Auszuges) beginnen kann. Sofern während des vorigen Auszuges Fäden abgerissen sind, werden diese nun, wo die Spindeln ganz nahe an der Presse stehen, dadurch ergänzt, daß man das Ueberflüssige herausbricht, dann die Enden zwischen den Fingern flüchtig zusammendreht.

In einer Stunde können wohl 150 Auszüge gesponnen werden, also auf jeder Spindel $\frac{150 \times 81}{12} = 1012$ Fuß Faden. Da die Maschine 40 Spindeln enthält, so beträgt das ganze Produkt von einstündiger Arbeit 40480 Fuß, und wenn (nach obiger beispielweiser Annahme) 7568 Fuß oder 6303 Fuß 1 Pfund wiegen, so ist jene Länge von Vorgespinnst = 5 Pfund 11 Loth oder 6 Pfund 13½ Loth. In dem Maße wie die auf das Speisetuch Q vorgelegten Locken sich aufarbeiten, müssen sie sorgsam von den dazu angestellten Kindern angestückelt werden, indem an das schon nahe gegen die Walzen N, O aufgerückte Ende einer Locke der Anfang einer neuen Locke gelegt und die Vereinigung Beider durch gelindes Drücken mit den Fingern bewirkt wird. $F^2$ in Fig. 2, Taf. 467, stellt den herabhängenden Theil einer Locke vor. Durchschnittlich kann eine Lockenmaschine in ihrer Tagesarbeit diejenigen Locken liefern, deren eine Vorspinnmaschine von 40 Spindeln zu ununterbrochener Beschäftigung den Tag über bedarf.

2) Die Konstruktion derjenigen (besonders für größere Spinnereien geeigneten) Vorspinnmaschinen, welche durch Elementarkraft getrieben das Ausfahren des Wagens und alle dabei vorkommenden anderen Bewegungen selbstthätig hervorbringen, ist mit Beigabe sehr ausführlicher Zeichnungen beschrieben in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, XVI. Jahrgang, 1837, S. 34, worauf wir hier verweisen müssen, um die zu gegenwärtigem Artikel gehörigen Kupfertafeln nicht über Verhältniß zu vermehren. Eine Maschine dieser Art, mit 92 Spindeln und 76 Zoll Auszug, spinnt z. B. bei jedem Ausfahren aus 12 Zoll Locke durch Drehung auf die $6\frac{1}{3}$fache Länge 76 Zoll Faden. Während diese 12 Zoll Locke vorgezogen werden, durchläuft der Wagen einen Raum von 16 Zoll, und bewirkt also schon eine Streckung um 4 Zoll, bevor die Presse sich schließt. Sind die Locken 30 Zoll lang, und gehen davon 800 Stück (d. h. 2000 Fuß) auf 1 Pfund, so ist ein Pfund Vorgespinnst $2000 \times 6\frac{1}{3} = 12666$ Fuß lang. Solcher Faden bekommt 3 Drehungen auf 1 Zoll Länge, oder 228 auf dem ganzen Auszuge. Diese 228 Umläufe müssen die Spindeln gleichmäßig schnell während des mit abnehmender Geschwindigkeit Statt findenden Ausfahrens machen, welches 17 Sekunden dauert und 22 Schwungradumläufe erfordert. Das Einfahren und das Andrehen der gerissenen Fäden (welches desto häufiger vorfällt, je feiner das Gespinnst ist) nehmen zusammen durchschnittlich 43 Sekunden in Anspruch, so daß, ein Auszug in den andern gerechnet, jeder eine Minute erfordert, und demnach 60 Auszüge in 1 Stunde gesponnen werden. Daher beträgt die Fadenlänge, welche die Maschine stündlich liefert, $76 \times 92 \times 60 = 419520$ Zoll $= 34960$ Fuß oder (12666 Fuß auf 1 Pfund) 2 Pfund 24 Loth. Hierzu werden 5520 Fuß oder (die Locke beispielweise zu 30 Zoll) 2208 Stück Locken verbraucht. Die in Rede stehende Vorspinnmaschine erfordert zur Bedienung, außer dem Spinner, 3 Kinder, welche die Locken vorlegen und anstückeln.

c) Feinspinnen.

Das grobe, wenig gedrehte und daher sehr lockere Vorgespinnst, — sei dieses nun auf einer Vorspinnkrempel oder aus

Locken auf einer Vorspinnmaschine verfertigt, — wird auf der Feinspinnmaschine durch abermaliges Ausziehen und stärkeres Drehen in Garn verwandelt. Bei den Feinspinnmaschinen muß eine ältere und eine neuere Konstruktion unterschieden werden, welche zur Zeit noch Beide in Gebrauch angetroffen werden.

1) Die ältere Art ist bedeutend von der Vorspinnmaschine verschieden, obschon sie mit ihr darin übereinstimmt, daß sie eine Presse zum Einklemmen der Vorgespinnstfäden enthält, und nur durch die Bewegung des Ausfahrens, ohne weitere Hülfsmittel, die Streckung des Fadens vollbracht wird. Die Haupteigenthümlichkeit, aus welcher fast alle übrigen Abweichungen als nothwendig folgen, besteht darin, daß nicht die Spindeln auf dem Wagen stehen und sich fortbewegen, um den Auszug zu machen; sondern die Presse eine Art Wagen bildet und beim Ausfahren von den Spindeln sich entfernt, beim Einfahren denselben sich nähert. Die von der Vorspinnmaschine abgenommenen Vorgespinnstwickel oder Kötzer werden auf hölzerne Spindeln gesteckt und mit diesen in der Mitte der Feinspinnmaschine, nahe dem Fußboden, in einer doppelten Reihe aufgestellt (weil sie in Einer Reihe durch ihre Dicke zu viel Raum einnehmen und die Maschine zu sehr verlängern würden). Die Garn- oder Spinn-Spindeln bilden eine einfache Reihe im hintersten (vom Arbeiter am weitesten entfernten) Theile des Gestells; sie verlassen nicht ihren Platz, sondern laufen bloß um ihre Achse, und geben so dem Garne die Drehung.

Das Nähere der Konstruktion ergeben die Zeichnungen auf Taf. 469, wo Fig. 3 den Grundriß, Fig. 2 einen senkrechten Durchschnitt nach $\alpha$ $\beta$ des Grundrisses, und Fig. 1 einen Endaufriß vorstellt. Des Raumes halber ist Fig. 3 nicht in der vollständigen Länge, sondern so gezeichnet, als ob ein Theil in der Nähe des einen Endes herausgebrochen wäre, wonach von den 60 Spindeln, welche die Maschine enthält, nur 45 sichtbar sind. Da hier die Presse der einzige seinen Ort wechselnde Bestandtheil ist, so entsteht, mit der Vorspinnmaschine verglichen, vor Allem der sehr wesentliche Unterschied, daß der ganze Mechanismus zum Betriebe der Spindeln sich in einem unbeweglichen Gestelle befindet, dessen Bau demnach ganz anders beschaffen sein muß, als

an der Vorspinnmaschine. In Fig. 1 erkennt man eins von den beiden ganz gleichen hölzernen Endstücken ABCDEFG, während das andere zum Theil, und in der innern Ansicht, in Fig. 2 erscheint, und in Fig. 3 nur die oberen langen Horizontalbalken A, A zu sehen sind. Mittelst einer eisernen, unter etwa 45 Grad geneigten Strebe H ist jeder der Ständer B gegen den Fußboden verspreitzt. Die an A und E verbolzte, als Träger des Schwungrades dienende Säule J (Fig. 1, 3) ist nur an dieser Seite vorhanden. Zur Verbindung der Endstücke dienen drei lange Riegel I., II., III. (Fig. 2), von welchen I nur in der Mitte durch einen Fuß V (s. auch Fig. 1) unterstützt ist, während dagegen II. und III. durch fünf Zwischenstücke wie IV. mit einander zusammenhängen. Von dem mittleren dieser Zwischenstücke geht nach dem Riegel I eine Bohle VI, von der sich zwei kleine Ständer VII, VIII erheben. Auf VIII und zugleich auf den Balken D, D der beiden Endgestelle ist eine Decke X angeschraubt, welche aus einem Rahmen mit zwei langen herauszunehmenden Füllungen besteht. Um die unter dieser Decke hinlaufenden Spindelschnüre sichtbar zu machen, wurde in Fig. 3 ein Stück derselben herausgebrochen. Ein horizontaler hölzerner Riegel IX, der in einem Loche von VIII sich schieben kann, endigt andererseits als Schraube und trägt zu beiden Seiten des Ständers VII die Muttern a, b, vermittelst welcher er in seiner Stellung adjustirt wird, wie die gehörige Anspannung der Spindelschnüre es verlangt (s. weiter unten). In ganz ähnlicher Weise ist an jedem Ende der Maschine ein solcher Stellriegel wie XI (Fig. 1) mit seinen Schraubenmuttern a, b zwischen den Hölzern F und G angebracht.

Zur Aufstellung derjenigen Spindeln, von welchen das Vorgespinnst nach und nach zur Verarbeitung entnommen wird, ist ein langer hölzerner Rahmen bestimmt, gebildet aus zwei verschoben-viereckigen vertikalen Endplatten oder Seitenwänden wie OO (Fig. 1, 2), einem ähnlichen aber schräg stehenden Mittelstücke N (Fig. 2, 3), einem Bodenbrette M und zwei damit, so wie unter sich, parallelen Oberlatten K, L. Die Wände O ruhen mittelst eines an ihnen festgeschraubten parallelepipedischen Klotzes P (Fig. 1) auf den Balken D des Gestells. An jedem

derselben ist auswendig ein Arm wie d (Fig. 1), oben auf den Latten K, L, in der Mitte der Maschine überdieß ein ähnlicher Arm c (Fig. 2, 3) angebracht. Die freistehenden Enden dieser drei Arme enthalten ein in horizontaler Richtung durchgehendes Loch; durch das Loch von c (unterhalb e), welches in Fig. 2 durch einen Punkt ausgedrückt erscheint, wird eine seidene Schnur gezogen, die man dergestalt in den Löchern der äußeren Arme d befestigt, daß sie angespannt in mit der Leiste L paralleler Richtung herläuft, wie die doppelte Linie ff in Fig. 3 zu erkennen gibt. Diese Schnur dient zur Leitung und Unterstützung der von den Spindeln des Rahmens nach der Presse herausgehenden Vorgespinnstfäden, deren einer in Fig. 2 durch die punktirte Linie QQ angedeutet ist. Die eben erwähnten Spindeln (60 an der Zahl, wie die Spinnspindeln, von welchen nachher die Rede sein wird) sind in Fig. 2 und 3 mit g bezeichnet; durch Vergleichung dieser Abbildungen ersieht man, daß sie ein wenig geneigt in zwei Reihen versetzt stehen, wobei — der Drehbarkeit unbeschadet — ihre oberen Enden in Löcher der Latten K L, die unteren Enden hingegen in Löcher des Bodenbrettes M eintreten. Die nach größerem Maßstabe gezeichnete Fig. 6 gibt nähere Auskunft über die Beschaffenheit derselben. Auf einen nicht weit vom unteren Ende i entfernten kleinen Absatz der hölzernen Spindel stützt sich eine von h aus aufgeschobene, flach schüsselförmige kreisrunde Holz- oder Blechscheibe kk, welche dem auf g gesteckten Vorgespinnstkötzer ll zur Basis dient.

Die Spinn-Spindeln, d. h. diejenigen, welche den aus dem Vorgespinnste erzeugten Garnfäden ihre Drehung geben und dieselben auch um sich aufwickeln, stehen in einer einzigen geradlinigen Reihe bei m, m; sie sind (eine etwas geringere Dicke abgerechnet) völlig von der Beschaffenheit der Spindeln an der Vorspinnmaschine, weshalb hierüber auf Fig. 5, Taf. 467 und deren oben vorgekommene Erklärung verwiesen werden darf. In die Oberseite des auf dem Gestellsriegel III befestigten Brettes R sind die messingenen Pfannen n (Fig. 1, 2) eingelassen, deren Vertiefungen den unteren Spindel-Enden zur Stütze dienen. Fünf von R sich erhebende Säulen, wie S (Fig. 2), welche gerade über den früher erwähnten Zwischenstücken IV des Gestells stehen,

tragen ein zweites schmäleres Brett o (s. auch Fig. 3), welches in gleicher Höhe mit der Decke X sich befindet, und gleichsam eine Fortsetzung derselben bildet. An der äußeren Kante von o ist für jede Spindel ein gabelförmiges messingenes Halslager angebracht, welches deren Beharren in der angewiesenen Stellung sichert. Die offenen Seiten aller dieser Gabeln werden durch zwei vorgelegte hölzerne Leisten p, p, Fig. 1, 3 (für je 30 Spindeln eine) geschlossen, indem jede der Leisten durch zwei mit Flügelmuttern T versehene Bolzen gegen das Brett o solchergestalt angeschraubt ist, daß die Leiste auch die Enden sämmtlicher Gabeln berührt. Die zum Betrieb der Spindel dienende Schnurrolle ist in Fig. 1 und 2 mit q, die zur Basis des aufgewickelten Garnkörpers dienende, lose aufgeschobene Holzscheibe in Fig. 1 mit r bezeichnet; eben diese Scheiben sind in Fig. 3 durch die Kreise bei m, m angezeigt. Die um die Rollen q geschlagenen Schnüre U liegen sämmtlich auf der (wegen größerer Friktion seicht ausgefurchten) hölzernen Walze V, welche nicht nur an jedem Ende, sondern auch in der Mitte (s. Fig. 3) einen eisernen Zapfen hat. Die Lager dieser drei Zapfen befinden sich auf den mittelst der Schraubenmuttern a, b stellbaren hölzernen Riegel IX, XI, von welchen oben bei Beschreibung des Gestells schon die Rede gewesen ist: man kann hiedurch den Schnüren U jederzeit den richtigen Grad von Spannung ertheilen.

Damit die von den gefüllten Spindeln mittelst der Holzscheibe r abgeschobenen Garnwickel oder Kötzer nachher keine Verwirrung der innersten Windungen erleiden, ist es gut, vor Anfang des Spinnens auf jede Spindel ein passendes papiernes Röhrchen zu stecken, welches so lang ist als der mit Garn zu bewickelnde Theil, und beim Abnehmen des Kötzers in dessen Höhlung zurückbleibt. Schußgarn wird oft ohne vorausgehendes Abspulen direkt verwebt, indem man die Kötzer wie sie sind in die Weberschütze einlegt. Es ist alsdann vortheilhaft, den Kötzer schon auf der Schützenspule selbst zu bilden, damit er nebst dieser abgenommen und in die Schütze gesteckt werden kann. Um dieß auszuführen, schiebt man in der Feinspinnmaschine auf jede Spindel eine blecherne oder hölzerne Spule von der Art, wie Fig. 4, 5, Taf. 470 (im vierten Theile der wirklichen Größe gezeichnet) dar-

stellen. Fig. 4 ist aus Rothbuchenholz gedrechselt, Fig. 5 von Weißblech gemacht; die Scheibe a a an Letzterer besteht aus einfachem Blech, erlangt die nöthige Steifheit durch ihren nach unterwärts umgebörtelten Rand, und trägt einen angelötheten Stift b aus Eisendraht, welcher in der Weberschütze von einem dazu bestimmten Loche aufgenommen wird, um jede Drehung der Spule um ihre Achse zu verhindern.

Die Beschaffenheit der Presse geht aus den drei großen Figuren der Taf. 469 und dem Aufrisse ihrer vordern (dem Spinner zugewendeten) Seite in Fig. 3, Taf. 470, hervor. Sie ist, was ihre größeren Bestandtheile anlangt, aus Holz gebaut, und besteht aus dem Oberbalken W und dem Unterbalken X, von welchen Ersterer zwei parallele nach der ganzen Längenausdehnung hinlaufende Nuthen, Letzterer zwei in diese Nuthen passende, aus Buchsbaumholz gebildete und eingesetzte Federn oder Leisten enthält, wie man bei 1, 1 in Fig. 2 (Taf. 469) sieht. Diese Vorrichtung befördert das Festhalten der Fäden, wenn diese von der geschlossenen Presse eingeklemmt werden. Hier ist nicht, wie an der Presse der Vorspinnmaschine, der Oberbalken, sondern der Unterbalken X einer auf- und niedersteigenden Bewegung fähig, wodurch das Schließen und Oeffnen bewerkstelligt wird. Zu diesem Behufe geht im Mittelpunkte der Länge durch ein geräumiges Loch beider Balken eine senkrechte eiserne Stange s t, welche bei s mit einer darauf festgeschraubten Mutter versehen ist, bei u (Fig. 3, Taf. 470) einen abwärts gerichteten hakenartigen Absatz bildet, und am obern Ende mittelst eines Charniers v mit einem eisernen zweiarmigen Hebel v w x zusammenhängt. Letzterer hat seinen Drehpunkt bei w in einer eisernen Gabel auf dem Oberbalken W, und trägt ein hölzernes Heft x zu bequemem Anfassen. Hiernach ist klar, daß das Niederdrücken von x den Unterbalken X mittelst der Schraubenmutter s hebt, ihn gegen den Oberbalken andrückt, und so die Presse schließt; dagegen der Unterbalken vermöge seines eigenen Gewichtes sinkt und hiermit die Presse geöffnet wird, sobald alle Theile sich selbst überlassen bleiben. Zunächst ist nun, um den Balken X bei seinen Bewegungen zu leiten und auf seiner tiefsten Stellung ihn zu unterstützen, eine Vorrichtung nöthig, welche aus zwei eisernen, an dem Balken W festgeschraubten,

den Balken X umfassenden und für dessen Senkung den erforderlichen Spielraum gewährenden Bügeln y, y besteht. Auf welche Weise die Presse geschlossen erhalten wird, ohne daß es nöthig ist, den Druck auf das Heft x fortdauern zu lassen; desgleichen wie sie in jedem Augenblicke wieder geöffnet werden kann, ergibt sich aus Späterm. Auf der vordern Fläche des Oberbalkens sind in Löchern die Enden von 60 U-förmigen Eisendraht-Oehren z, z (Fig. 3, Taf. 469) fest eingesteckt, welche dicht an den beiden Balken herabgehen und zum Hindurchleiten der in die Presse eintretenden Vorgespinnstfäden dienen, damit diese ihre richtigen Stellen behalten. Endlich ist an dem rechten Ende des Unterbalkens eine winkelformige Eisenschiene 2 angeschraubt, deren Bestimmung sich später ergeben wird.

Während der untere Preßbalken X sich nur innerhalb der Gestellsbalken A, A bis nahe an diese erstreckt, sind an die Enden des obern, W, Holzstücke Y, Z angesetzt, welche jedem dieser Enden eine T-ähnliche Gestalt geben. Hierdurch wird zur Anbringung der vier gußeisernen Räder a′ Gelegenheit gegeben, welche mit ihren ausgefurchten Kränzen auf den in die Gestellsbalken A eingelassenen eisernen Gleisen b′, b′ laufen, und somit ein leichtes Verschieben der Presse nach den Spinnspindeln m hin, oder von denselben weg, thunlich machen. Damit hierbei diese Art Wagen nicht von den Gleisen abkommt, ist eine Vorrichtung ganz ähnlicher Art angebracht, wie bei der Vorspinnmaschine zur Leitung des Spindelwagens. Auf den Gleisbalken A, A, ganz nahe an deren Enden, sind nämlich niedrige Ständer e′, f′, g′, h′ errichtet, an welchen man die Enden zweier gespannter Schnüre i′, k′ befestigt; und die Endstücke Y, Z des obern Preßbalkens W tragen zwei auf festen eisernen Zapfen lose steckende hölzerne Rollen d′, c′, deren jede zwei Spuren zum Einlegen der gedachten Schnüre darbietet. Die Schnur i′ geht von dem Ständer e′ um die Rollen d′ und c′ nach dem Ständer h′; die k′ hingegen kommt von g′ zuerst über die Rolle c′, kreuzt i′ unter sehr spitzem Winkel in der Mitte der Presse, und wendet sich über die Rolle d′ nach f′, wie alles dieß aus Fig. 3, Taf. 469, am vollständigsten zu entnehmen ist.

Das Oeffnen und Wiederschließen der Presse muß vom

Standpunkte des Spinners (mitten vor der Maschine) aus, und in jedem beliebigen Augenblicke eben so rasch als sicher geschehen können. Dazu dient folgender Apparat. In einer Rinne auf dem obern Preßbalken W liegt der runde gerade Eisenstab l′ versenkt, welcher nach der Mitte der Maschine zu eine flache und breitere Gestalt annimmt, hier mittelst eines Schlitzes auf einem Stifte m′ sich schiebt, und mit seinem gerade abgeschnittenen Ende unter dem oben bereits erwähnten Absatze u der Stange s t (Fig. 3, Taf. 470) liegt, wenn die Presse geschlossen ist. So lange dieser Zustand dauert, bleibt die Presse auch ohne Zuthun des Spinners geschlossen, weil das mit dem beweglichen Unterbalken verbundene s t nicht niedersinken kann, auch eine auf den Stab l′ in seiner Längenrichtung drückende Feder n′ jeder zufälligen Veränderung der Lage sich widersetzt. Nahe dem äußern Ende von l′ ist mit diesem durch ein Charnier s′ der mehrfältig gebogene, um den Punkt o′ drehbare eiserne Hebel s′ o′ p′ verbunden, von welchem eine Schnur q′ nach dem Befestigungspunkte r′ am obern Preßbalken W hereinläuft. Wird an dieser Schnur gezogen, oder auf p′ ein einwärts gerichteter Druck ausgeübt, so dreht sich s′ p′ um o′, und schiebt damit den Stab l′ in solcher Weise, daß sein breites Ende unter dem Absatze u der Stange s t heraustritt, worauf sogleich die Presse von selbst sich öffnet, weil jetzt nichts mehr das Sinken des Balkens X hindert. Diese Wirkung ist eine augenblickliche; daher braucht die erwähnte Bewegung des Hebels p auch nicht von Dauer zu sein: hört sie auf, so tritt vermöge der Feder n′ der Stab l′ ohne Weiteres wieder in seine natürliche Lage zurück. Es geht aus dem Angeführten hervor, daß es zwei Wege gibt, die Presse zu öffnen: durch die Hand des Arbeiters mittelst Ziehens an der Schnur q′, und durch Druck auf den Hebelarm p′; die letztere Schließungsart ist für die selbstthätige Wirkung der Maschine vorbehalten, wie unten bei Beschreibung des Spinnens erklärt werden wird. Daß und wie man die offene Presse durch Handhabung des Heftes x wieder schließt, sobald dieß nöthig ist, wurde schon oben gezeigt; die Feder n′ treibt alsdann den Stab l′ in diejenige Lage, mit welcher er die Presse auch fortan geschlossen erhält, bis neuerdings

durch den nunmehr bekannten Mechanismus das Oeffnen derselben Statt findet.

Die Ortsveränderung der Presse wird durch Schieben oder Ziehen mit der Hand bewirkt; um die Umdrehung der Spindeln m hervorzubringen, ist das hölzerne Schwungrad A′ da, dessen eiserne Achse von zwei Lagern auf dem mit der Säule I verbundenen, durch die eiserne Strebe G′ gegen den Gleisbalken A gestützten horizontalen Brette B′ getragen wird, und mit der Kurbel C′ versehen ist. Eine Schnur ohne Ende umschlingt das Rad A′ und die an der Achse der Walze V befindliche Scheibe F′; zur Spannung dieser Schnur dient die kleinere Scheibe D′, die sich auf einem festen Zapfen des stellbaren Klobens E′ (Fig. 1, 3, Taf. 469) dreht. Indem der Durchmesser des Schwungrades A′ 42 Zoll, der Scheibe F′ 6 Zoll, der Walze V 4·6 Zoll und der Spindelrollen q 1 Zoll beträgt, erzeugt jede Umdrehung des Rades A′ 32 Umläufe der Spindeln. Da beim Feinspinnen die vom Schwungrade zu machende Anzahl Drehungen viel größer ist, als beim Vorspinnen, und ein Versehen hierin auf die Beschaffenheit des Garnes von bedeutendem Einflusse sein würde; so enthält die Feinspinnmaschine einen mechanischen Zähler, durch dessen Thätigkeit in dem Augenblicke, wo die erforderlichen Umdrehungen vollbracht sind, eine Glocke angeschlagen und so der Arbeiter erinnert wird, die Bewegung der Kurbel C′ einzustellen. Der Zähler ist in Fig. 3, Taf. 469, im Grundrisse zu sehen, außerdem nach größerem Maßstabe, Grund- und Aufriß, Fig. 4, 5 derselben Tafel. Alle seine Bestandtheile befinden sich auf dem Brette B′. Die Schwungradachse enthält drei Umgänge eines flachen Schraubengewindes 12, welches als Schraube ohne Ende in ein Getrieb von 12 Zähnen eingreift und dasselbe umdreht. In keiner der Figuren ist dieses Getrieb sichtbar; es macht den untersten Theil eines eisernen abgestutzten und umgestürzten Kegels 3 aus, dem ein gleicher jedoch aufrechter Kegel 4 gegenüber steht. Beide Kegel, welche lose auf unbeweglichen eisernen Achsen stecken, sind mit eingedrehten Furchen versehen, um durch eine gekreuzt zwischen ihnen ausgespannte Schnur ohne Ende, 5, verbunden zu werden; ein jeder enthält zehn solche Furchen, deren Durchmesser, vom dünnen Ende an gezählt, der Reihe nach 10,

11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 Linien beträgt. Es ist hiernach klar, daß zwar stets 12 Umgänge des Schwungrades Einen Umgang des 3 erzeugen, hingegen die Umdrehungszahl des Kegels 4 verschieden ausfallen wird, je nachdem man die Schnur 5 in ein anderes Paar der mit einander korrespondirenden Kegelfurchen legt. Da man nun überdieß nicht gerade zwei einander gegenüberliegende Furchen zu wählen braucht, so ist das Verhältniß zwischen den Drehungsgeschwindigkeiten der Kegel in sehr kleinen Abstufungen zu verändern. Folgende Tabelle, worin Nr. 1 die unterste, Nr. 10 die oberste Furche an jedem Kegel bezeichnen mag, gibt hierüber das Nähere an.

| Furchen, in welche die Schnur gelegt ist | | | |
|---|---|---|---|
| am Kegel 3 Nr. | am Kegel 4 Nr. | Anzahl der Schwungrad-Drehungen zu Einem Umgange des Kegels 4 | Anz. d. Spindel-Umläufe |
| 1 | 1 | 22.8 | 729 |
| 1 | 2 | 21.6 | 691 |
| 2 | 1 | 20.72 | 663 |
| 2 | 2 | 19.63 | 628 |
| 2 | 3 | 18.54 | 593 |
| 3 | 2 | 18 | 576 |
| 3 | 3 | 17 | 544 |
| 3 | 4 | 16 | 512 |
| 4 | 3 | 15.69 | 502 |
| 4 | 4 | 14.77 | 472 |
| 4 | 5 | 13.84 | 442 |
| 5 | 4 | 13.71 | 438 |
| 5 | 5 | 12.85 | 411 |
| 5 | 6 | 12 | 384 |
| 6 | 5 | 12 | 384 |
| 6 | 6 | 11.2 | 358 |
| 6 | 7 | 10.4 | 332 |
| 7 | 6 | 10.5 | 336 |
| 7 | 7 | 9.75 | 312 |
| 7 | 8 | 9 | 288 |
| 8 | 7 | 9.17 | 293 |
| 8 | 8 | 8.47 | 271 |
| 8 | 9 | 7.76 | 248 |
| 9 | 8 | 8 | 256 |
| 9 | 9 | 7.33 | 234 |
| 9 | 10 | 6.66 | 213 |
| 10 | 9 | 6.94 | 222 |
| 10 | 10 | 6.31 | 201 |

Von der untern (größern) Grundfläche des Kegels 4, nahe am Rande derselben, springt in senkrechter Richtung ein Stift hervor, welcher nach jeder ganzen Umdrehung des Kegels Ein Mal den gehörig gebogenen, um den Punkt 7 drehbaren Stiel 6, 7, 8 des Hammers 8 zurückdrückt, worauf jener abfällt und der Hammer von der Stahldrahtfeder 11 gegen die Glocke 10 getrieben wird. Damit der hierdurch erzeugte Schlag einen reinen und hellen, nicht klappenden Ton gibt, stößt der gegen die Glocke schnellende Hammerstiel an einen aufrechten etwas federnden Draht 9, dessen Elastizität sogleich den Hammer ein wenig von der Glocke zurückzieht, wie dieß bei Schlagwerken in Uhren ꝛc. stets durch eine ähnliche Vorrichtung bewirkt wird. Der Glockenschlag zeigt demnach an, daß die nach Erforderniß regulirte, den Umständen entsprechende Anzahl von Umdrehungen des Schwungrades A′, also der Spindeln m, vollbracht ist.

Das Spinnen mit dieser Maschine geht in folgender Weise vor sich: Um den Anfang zu machen, wird die Presse so nahe als möglich an die Spindeln hineingefahren, wobei ihre Endstücke Z, Z die kleinen Ständer e′, g′ berühren und die Preßbalken W, X noch etwa 4 Zoll von den Köpfen (Spitzen) der Spindeln entfernt bleiben. Die von den Vorgespinnst-Spindeln g, g abgezogenen Fäden werden sodann über die durch das Loch bei e (Taf. 469, Fig. 2) laufende Schnur geleitet, wie die punktirte Linie QQ anzeigt; durch die Drahtöhre z, z (Taf. 470, Fig. 3) und durch die geöffnete Presse selbst geführt; endlich durch mehrmaliges Herumwinden an den Spindelköpfen befestigt. Indem nun der vorn an der Maschine stehende Spinner mit seiner linken Hand die Presse ergreift und gegen sich zieht (wobei er selbst rückwärts geht) führt er dieselbe auf ihren Gleisen b′, b′ von den Spindeln weg. Während dieser Bewegung ist anfangs die Presse noch offen; sie muß aber geschlossen werden und die Fäden fest einklemmen in dem Augenblicke, wo von jedem Vorgespinnstfaden ein Stück von bestimmter Länge zwischen Presse und Spindel ausgespannt sich befindet. Dieser Zeitpunkt, oder — genauer gesprochen — der Ort, an welchem die Presse angelangt sein muß, um geschlossen zu werden, ist nicht der Willkühr des Arbeiters überlassen, weil sonst ein gleichmäßig feines Garn kaum zu erzielen wäre.

Ein höchst einfaches Mittel kommt in Anwendung, um den Spinner zu verhindern, mit offener Presse weiter als bis zu jenem festgesetzten Punkte zu gehen. Durch den rechten Gleisbalken A sind nämlich (s. Taf. 469, Fig. 1) horizontal zehn runde Löcher t' t' gebohrt, in Abständen von je 16 Linien = 1⅓ Zoll. In eins oder das andere dieser Löcher ist vorher ein Bolzen u' mit Flügelmutter und innerhalb vorspringendem viereckigem Kopfe v' (F. 3) eingesetzt worden. Der Kopf des winkelförmigen Eisens 2 am Unterbalken X der Presse (Taf. 470, Fig. 3) kann nur dann über dem Bolzenkopfe v' ungehindert vorbeigehen, wenn der gedachte Balken gehoben, d. h. die Presse geschlossen ist; also stößt, indem die offene Presse bei dem Bolzen u' v' anlangt, das Eisen 2 an den Kopf v', und die Presse kann nicht weiter: der Spinner, indem er diesen Widerstand fühlt, schließt sogleich mittelst des Handgriffs x die Presse und fährt fort sie weiter herauszubewegen, bis deren Endstücke Z, Z durch die Ständer f', h' aufgehalten werden. Der ganze durch e', g' einerseits, durch f', h' andererseits begrenzte Weg der Presse beträgt 59 Zoll; um 4 Zoll stand sie zu Anfang des Auszugs von den Spindeln m entfernt; es werden also 55 Zoll Faden gesponnen, und diese entstehen aus demjenigen Stücke Vorgespinnst, welches während der Fahrt der Presse vom Ausgangspunkte zunächst der Spindeln bis zum ersten Anhaltpunkte beim Bolzen u' v' — also in der Periode, wo die Presse offen war — zwischen ihren Balken W, X herausgetreten ist. Steckt der Bolzen im ersten Loche, so beträgt die in Rede stehende Länge nur fünf Zoll; mit jedem folgendem Loche der Reihe t' t' nimmt sie um 16 Linien zu, daher beträgt ihr Maximum 17 Zoll: es leuchtet aber ein, daß hierin beliebige Veränderungen getroffen werden können. Mit der beispielweise eben näher bezeichneten Anordnung erhält man also aus 5 bis 17 Zoll Vorgespinnst 55 Zoll Garn, wonach eine Streckung auf das 3.23- bis 11fache durch das Spinnen eintritt.

Im Besondern ist

| bei Stellung des Bolzens u′ v′ im | die Länge des zu einem Auszuge verarbeiteten Vorgespinnstes | das Verhältniß der Streckung |
|---|---|---|
| 1. Loche | 5 Zoll | 11 |
| 2. » | 6.33 » | 8.68 |
| 3. » | 7.67 » | 7.17 |
| 4. » | 9 » | 6.11 |
| 5. » | 10.33 » | 5.32 |
| 6. » | 11.67 » | 4.71 |
| 7. » | 13 » | 4.23 |
| 8. » | 14.33 » | 3.84 |
| 9. » | 15.67 » | 3.51 |
| 10. » | 17 » | 3.23 *) |

Es entsteht also aus dem nämlichen Vorgespinnste feineres Garn, wenn man die Presse früher, und gröberes, wenn man sie später schließt. — In dem Augenblicke, wo der Spinner die Presse geschlossen hat, fängt er auch an, die Kurbel C′ des Schwungrades A′ zu drehen und dadurch die Spindeln in Umlauf zu setzen, womit er fortfährt, bis der Hammer an die Glocke schlägt. Wenn Schußgarn gesponnen wird (welches so wenig Drehung bedarf, daß dieselbe ihm gänzlich schon während des Ausfahrens gegeben werden kann), richtet es der Spinner durch zweckmäßige Geschwindigkeit der Kurbeldrehungen so ein, daß der Glockenschlag sofort beim Stillstehen der Presse erfolgt. Kettengarn dagegen erfordert einen Grad von Drehung, der nur etwa

*) Zwischenstufen in dem Verhältniß der Streckung ließen sich nöthigenfalls erreichen, indem man den Bolzen u′ v′ so einsetzte, daß eine Diagonale seines Kopfes, und nicht ein Seitenpaar in die Horizontal-Linie käme. Der Bolzenkopf bildet ein Quadrat von 1.2 Zoll Seite, jede Ecke desselben ist mithin um 0.25 Zoll weiter vom Mittelpunkte entfernt als jede der Seiten. Demnach verkürzt der diagonal gestellte Kopf den Weg, welchen die Presse offen machen kann, um 0.25 Zoll. und man erhält hieraus für die zehn Orte des Bolzens der Reihe nach die Länge des zu einem Auszuge verarbeiteten Vorgespinnstes = 4.75, 6.08, 7.42, 8.75, 10.08, 11.42, 12.75, 14 08, 15.42, 16.75 Zoll, die entsprechenden Streckungsverhältnisse = 11.58, 9.04, 7.41, 6.28, 5.45, 4.81, 4.31, 3.90, 3.56, 3.28.

zur Hälfte während des Ausfahrens gegeben werden darf, um nicht das Auseinanderziehen der Wollhaare zu erschweren und das Abreißen der Fäden zu befördern; aus diesem Grunde finden beim Kettespinnen die letzten Schwungraddrehungen erst noch nach dem Anhalten der gänzlich ausgefahrenen Presse Statt, wo die Fäden bereits ihre volle Länge haben (Nachdrehung, Nachzwirnen). Die Drehung der Spindeln beim Feinspinnen ist jener beim Vorspinnen entgegengesetzt, so daß das Vorgespinnst zuerst sich aufdreht, und dann erst die neue Drehung annimmt; dieses Verfahren erleichtert das Ausziehen des Vorgespinnstes, und beugt zum Theil dem Brechen der Fäden vor. In den Abbildungen auf Taf. 469 ist die Presse an den Platz gestellt, welchen sie bei fast vollendetem Auszuge einnimmt, und die punktirte Linie H′ bezeichnet den Lauf der gesponnenen Fäden von der Presse bis an die Spindeln.

Das Einfahren und Aufschlagen (Aufwickeln der Garnfäden auf die Spindeln) geschieht durch Zurückführen der Presse an die Spindeln, wobei das Schwungrad langsam und gerade nur so viel umgedreht wird, daß die Fäden sich gehörig straff aufwinden. Die dazu nöthigen Umdrehungen werden von dem Zähler mitgezählt, subtrahiren sich also von der Gesammtzahl, um einen Rest zu lassen, welcher auf die Drehung der Fäden wirksam ist. Da nun bei allmälig dicker werdender Spindel stufenweise weniger und weniger Umdrehungen zur Aufwindung des 55 Zoll messenden Auszugs erfordert werden, so entsteht nach Maßgabe dieser Veränderung eine stufenweise stärkere Drehung des Gespinnstes: eine Unvollkommenheit, die man sich gefallen läßt, da sie keine große Bedeutung hat. Vielleicht ist es aber eben dieser Umstand, welcher manche Spinner veranlaßt, den Zählapparat gar nicht zu benützen, sondern ihn (durch Abschlagen der Schnur von den beiden Kegeln) außer Wirksamkeit zu setzen, und dagegen selbst die Kurbeldrehungen während des Ausfahrens zu zählen. — Während des Einfahrens müssen, um die Aufwickelung möglich zu machen, die Fäden in eine gehörige Richtung gegen die Spindeln gebracht werden: dazu dient der Aufschlagdraht, dessen Mechanismus in den Fig. 1, 2 und 3, Taf. 469, dargestellt ist. Hinter den Spindeln m her liegt eine horizontale Latte w′, die

mittelst eiserner Zapfen an ihren Enden (s. den einen bei z′, F. 1) um sich selbst drehbar ist. Fünf eiserne Arme x′ — einer in der Mitte, einer an jedem Ende, zwei in den Zwischenräumen der anderen*) gehen von derselben aus, und halten den zu w′ parallelen eisernen Aufschlagdraht y′ y′ (Fig. 3), welcher, an den äußersten Armen befestiget, durch Löcher in den Enden der übrigen drei Arme straff hindurchgezogen ist. Vermöge des (von einer daran befestigten Eisenschiene h″ h″, Fig. 3, noch einseitig vermehrten) eigenen Gewichtes der Latte w′ stellt sich diese, so lange keine Einwirkung auf sie stattfindet, von selbst in der Weise, daß die Arme x′ schräg aufwärts gerichtet sind, und zwar noch etwas mehr als die Fig. 1 und 2 ausdrücken. Dadurch ist der Draht während des Spinnens nicht im Wege, weil er höher als die Spitzen der Spindeln m liegt. Wenn es sich aber dann um das Aufwinden der Garnfäden handelt, so braucht man nur w′ um sich selbst zu drehen und damit die Arme x′ zu senken, um mittelst des Drahtes y′ sämmtliche Fäden gleichzeitig mehr oder weniger niederzubiegen, wodurch diese nach dem zu ihrer Aufwickelung bestimmten Theile der Spindeln geleitet werden. Da der Spinner den von ihm entfernten Aufschlagdraht nicht mit den Händen erreichen kann, so regiert er ihn vermittelst folgenden Mechanismus, den man theilweise auch in Fig. 3 auf Taf. 470 vorfindet. An einem hinterwärts von der Latte w′ ausgehenden Arme g″ ist eine Schnur u″ befestigt, welche zuerst aufwärts, dann über eine Leitungsrolle b″ in fast horizontaler Richtung ihren Weg nimmt. Dieselbe endigt bei c″, an einer kleinen eisernen, mit Sperrad und Sperrkegel versehenen Welle befestigt, durch deren Umdrehung sie auf- oder abgewickelt, also verkürzt oder verlängert werden kann. Auf dem in der Nähe des Schwungrades A′ befindlichen Endstücke Z Z der Presse sind drei um feste eiserne Zapfen leicht drehbare hölzerne Rollen d″, e″, f″ dergestalt angebracht, daß d″ und f″ auf der einen Seite, e″ auf der andern Seite der dazwischen durchgehenden Schnur a″ liegen. Die Rollen d″ f″ bleiben stets auf ihrem Platze; e″ hingegen sitzt auf

---

*) Einer dieser letzteren zwei Arme mußte wegen der von dem Raume geforderten Abkürzung der Zeichnung weggelassen werden.

einem Schieber, zu welchem der mit dem Oehre k'' versehene, in dem obern Preßbalken W eingesenkte runde Eisenstab i'' eine Art Stiel oder Handhabe bildet. Eine Schnur l'' endlich verbindet das Oehr k'' mit dem untern, krummen Ende eines hölzernen Hebels n''o'', indem sie über eine Leitungsrolle m'' nach Letzterem hinabgeht. Die Zapfen der Rolle und des Hebels befinden sich am Preßbalken W. Zufolge der ganzen Anordnung hindert die Schnur a'' in keiner Weise die Ortsveränderung der Presse; allein wenn man das Ende n'' des Hebels n'', p'', o'' nach der Richtung des Pfeils (Fig. 3, Taf. 470) bewegt, so zieht die Schnur l'' den Schieber k''i'' mit der Rolle e'' etwas näher gegen die Mitte der Maschine herein, und bewirkt eine solche Biegung der angespannten Schnur a'', daß die Latte w' sich drehen, dadurch aber die Arme x' x' sammt dem Aufschlagdrahte senken muß. Je nach der Größe und Schnelligkeit der an o'' ausgeübten Bewegung ist die Senkung des Drahtes größer oder geringer, geschwinder oder langsamer. Läßt man endlich den Hebel n''o'' wieder los, so macht das Bestreben der Latte w', in ihre natürliche Lage zurückzukehren, daß der Aufschlagdraht wieder in die Höhe steigt, und auch die Rolle e'' an ihren ursprünglichen Platz zurückkehrt.

Gewöhnlich hängen während des Einfahrens und Aufwindens einige der von der Presse nach den Spindeln hingehenden Garnfäden in schlaffem Bogen hinab, so daß der Aufschlagdraht sie nicht erreichen, also auch nicht gehörig regieren kann. Um diesen Umstand für das Geschäft des Aufwindens unschädlich zu machen, dient der Gegendraht, welcher aus zwei Theilen v'' und w'' besteht. Zwei Latten r'', s'' sind unabhängig von einander, mittelst Zapfen an ihren Enden (t'', Fig. 1, und u'', Fig. 2, 3), um sich selbst drehbar, streben aber vermöge ihres einseitigen Uebergewichts stets dahin, eine solche Lage anzunehmen, daß die von ihnen ausgehenden vier eisernen Arme q'', q'', q'', q'' schräg in die Höhe stehen. Die zwischen den gedachten Armen ausgespannten Eisendrähte v'', w'' befinden sich unterhalb der gesponnenen Fäden, heben dieselben also, sofern dieß nicht durch die natürliche Spannung der Fäden während des Spinnens, und durch den von oben ausgeübten Druck des Aufschlag-

drahtes y' beim Einfahren (Aufwinden) verhindert wird. Demgemäß findet der Aufschlagdraht bei seinem Niedergehen stets alle Fäden gehörig in seinem Bereiche, und so wie er dieselben nach einem tiefer liegenden Theile ber Spindeln hinabnöthigt, geben die Gegendrähte v'', w'' nach und weichen im nöthigen Maße aus. (Eine ganz ähnliche Einrichtung ist bei der Mulemaschine für die Baumwollspinnerei im 1. Bande, S. 588, beschrieben, worauf zu etwa noch wünschenswerther Erläuterung verwiesen werden kann.)

Am Ende des Einfahrens, gerade in dem Augenblicke, wo die Presse ihre nächste Stelle vor den Spindeln erreicht, also das Aufwinden beendigt ist, muß die Presse sich von selbst öffnen, damit ein neuer Auszug beginnen kann, welcher ganz in der schon beschriebenen Weise erfolgt. Zu diesem selbstthätigen Oeffnen der Presse dient ein am linken Gleisbalken A außerhalb angeschraubtes rechtwinkeliges Eisen J', dessen senkrechter, oben rund geformter Theil dem früher beschriebenen Arme s'o'p' der Presse dergestalt im Wege steht, daß dieser sich daran stößt, einwärts weggedrängt wird, und dann auf bereits bekannte Weise den untern Preßbalken auslöset, welcher von selbst gleich niedersinkt. Vor Anfang des nächsten Ausfahrens werden die gebrochenen Fäden angedreht, wie oben bei Gelegenheit der Vorspinnmaschine beschrieben ist. Zwischen der Presse und einer jeden der Spindeln befindet sich nun ein 4 Zoll langes Stück Garnfaden, welches, wegen seiner beim Spinnen empfangenen Drehung und davon herrührenden Festigkeit, während des folgenden Herausspinnens keine Verlängerung erleidet; das Vorgespinnst allein, soweit es beim Ausfahren der offenen Presse durch diese hervortritt, unterliegt der Streckung und somit der Umwandlung in Garn von gleicher Feinheit mit jenem zur Zeit unaufgewickelten Reste des vorigen Auszuges.

Um die Vorausbestimmung der Feinheit und der Drehung des Garnes an einem besonderen Falle zu zeigen, mag beispielweise angenommen werden, daß man Vorgespinnst von einem oben (bei Beschreibung der Vorspinnmaschine) vorgekommenen Feinheitsgrade, nämlich 6303 Fuß = 2557 Ellen im Pfunde habe, und daraus 6stückiges Garn, 11616 Ellen auf 1 Pfund, darstellen wolle. Die Größe der Streckung ergibt sich hierzu

$= \frac{11616}{2557} = 4.54$. In der oben mitgetheilten Tabelle über die verschiedenen Streckungsverhältnisse, welche durch Versetzung des Bolzens u'v' erlangt werden können, findet man 4.71 als die der geforderten am nächsten kommende Zahl, welche hinreichend genau ist, da 2557 × 4.71 = 12044 und von 11616 nicht bedeutend verschieden ist. Man wird demzufolge den gedachten Bolzen in das sechste Loch des Gleisbalkens A einsetzen und zu jedem Auszuge 11.67 Zoll Vorgespinnst verbrauchen. Die hierauf zu gebende Anzahl von Spindel-Umläufen ist folgender Maßen zu ermitteln:

a) Das Vorgespinnst hat 2 Drehungen auf 1 Zoll Länge, also 23 in 11.67 Zoll; diese müssen durch eben so viel entgegengesetzte Drehungen beim Feinspinnen aufgehoben werden.

b) Das Garn von oben bezeichneter Feinheit soll etwa 11 Drehungen auf 1 Zoll bekommen, wenn es zu Kette, und $5\frac{1}{2}$, wenn es zu Einschuß bestimmt ist; dieß macht für den Auszug von 55 Zoll Länge beziehungsweise 605 und 302 Spindelumläufe.

c) Für das Aufwinden des Garnes auf die Spindeln mag man durchschnittlich 25 Drehungen pr. Auszug veranschlagen.

Demnach ergibt sich als Gesammtanzahl der Spindelumläufe beim Spinnen von

Kette 23 + 605 + 25 = 653,
Schuß 23 + 302 + 25 = 350.

Zieht man die oben bei Beschreibung des Zählers mitgetheilte Tabelle zu Rathe, so findet man darin die sehr nahe entsprechenden Zahlen 663 und 358, woraus ohne Weiteres zu erkennen ist, daß man die Schnur 5 des Zählers um Kettengarn zu spinnen in die zweite Furche des Kegels 3 und die erste Furche des Kegels 4, hingegen zum Spinnen von Einschußgarn in die sechste Furche beider Kegel zu legen hat.

In einer Stunde können von Kettengarn der in Rede stehenden Feinheit etwa 80, von Schußgarn 100 Auszüge gesponnen werden, mit 60 Spindeln also: Kettengarn 55 × 60 × 80 = 264000 Zoll oder 8925 Ellen; Schußgarn 55 × 60 × 100 = 330000 Zoll o. 11156 Ell.; d. h. im erstern Falle $\frac{8925}{12044} = 0.741$ Pfund oder 23.7 Loth, im zweiten Falle $\frac{11156}{12044} = 0.926$ Pfund

oder 29.6 Loth, beziehungsweise 149 Ellen = nahe 0.4 Loth, und 186 Ellen = nahe 0.5 Loth auf jeder Spindel.

2. Die Feinspinnmaschinen nach neuerer Konstruktion gleichen in den Haupttheilen den Vorspinnmaschinen, und stimmen namentlich darin mit denselben überein, daß die Spindeln auf einem Wagen stehen, der aus- und eingefahren wird. Man gibt ihnen 120 bis 300 Spindeln und baut sie theils so, daß beide Bewegungen durch die Hand des Spinners vollführt werden; in diesem Falle unterscheiden sie sich von der auf Taf. 466, 467 abgebildeten Vorspinnmaschine wesentlich nur durch die Zugabe des Zählers und dadurch, daß daß Vorlegetuch beseitigt und dafür ein Gestell zur Anbringung der Vorgespinnst-Kötzer oder der von der Vorspinnkrempel gelieferten Vorgespinnst-Spulen an die Stelle gesetzt ist: theils werden sie mit dem nöthigen Mechanismus versehen, um das Ausfahren ohne Zuthun des Arbeiters zu bewerkstelligen. Eine Feinspinnmaschine dieser letzteren Art theilen wir auf den Kupfertafeln 470 und 471 nach den Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen (Jahrg. 1837, S. 295 fg.), jedoch in verkleinerten Abbildungen, mit. Sie enthält 250 Spindeln und ist eine sogenannte Zylinder-Spinnmaschine, d. h. die Presse zum Einklemmen und Ausziehen der Fäden ist weggelassen und durch eine, auf ähnliche Weise wirkende, doppelte Walzenreihe ersetzt. Diese Anordnung ist eine wesentliche Verbesserung, die sich mit jedem Tage mehr verbreitet, und deren Wesen vorläufig durch Folgendes im Allgemeinen erläutert werden mag. Denkt man sich die zwei Balken der stets an ihrem Platze bleibenden Presse in zwei der Achsendrehung fähige Zylinder verwandelt, von welchen der obere durch ein hinlängliches eigenes Gewicht auf den untern niedergedrückt wird, so halten diese im Zustande der Ruhe den Faden eben so zwischen sich fest, wie die Presse thut; vermöge ihrer Drehbewegung aber fördern sie das Vorgespinnst heraus, und überliefern es den Spindeln, welche mit ihrem Wagen in gerader Linie sich fortbewegen. Stehen anfangs die Spindeln dicht vor den Walzen, , und beginnen diese ihre Umdrehung in demselben Augenblicke, wo der Spindelwagen seinen Weg antritt; so überliefern die Walzen Vorgespinnst an die Spindeln, welche

es nach sich ziehen und ausspannen, auch schon in gewissem Grade verlängern. Kommen aber hierauf die Walzen plötzlich zum Stillstehen, so wirken sie ferner nur als Einklemmungs- und Festhaltungsmittel, während die mit dem Wagen noch weiter gehenden Spindeln die Streckung der von den Walzen herausgeführten Vorgespinnstfäden zu Garnfäden vollenden. Die ganze Einrichtung der Zylinder-Spinnmaschine gleicht im Wesentlichen sehr jener der Feinspinn-Mule für Baumwollgarn (Bd. I. S. 573); nur daß statt des aus drei Walzenpaaren bestehenden Streckwerks der Letztern das schon erwähnte einzige Walzenpaar angebracht ist, welches durch sich selbst keine streckende Wirkung ausübt, sondern nur zum Vorziehen (Herausführen) des Vorgespinnstes und zum Festhalten desselben während der durch die Wagenbewegung entstehenden Streckung (Verlängerung und Verfeinerung) dient.

Auf Taf. 470 zeigt Fig. 1 den Seitenaufriß und Fig. 2 den Grundriß des am rechten Ende der Maschine angebrachten Betriebsmechanismus. Auf Taf. 471 gibt Fig. 1 den Aufriß der ganzen Maschine von vorn (dem Standpunkte des Arbeiters aus gesehen) theilweise als Durchschnitt, übrigens insofern unvollständig, als der Raumsparung wegen ein großer Theil der Spindelreihe rc. — worin nur Wiederholungen sonst schon abgebildeter Theile vorkommen — herausgebrochen werden mußte, auch die Spindeln meist nur durch punktirte Linien angedeutet sind; Fig. 2 den Endaufriß der linken Seite; Fig. 3 einen damit korrespondirenden senkrechten Durchschnitt; Fig. 4 die rechte Endansicht des Wagens; Fig. 5 bis 9 sind zur Erläuterung einiger Details bestimmt.

In dem Gestelle A werden die Vorgespinnstkötzer a, auf kleinen hölzernen Spindeln steckend, in zwei Reihen und versetzt aufgestellt. Die Spindeln stehen unten in porzellanenen oder messingenen Pfannen, und werden oben durch aus Messingdraht gebogene Ringe umfaßt, so daß sie sich leicht drehen lassen, und die von hier ab nach dem Streckwerke B, durch kleine aus Messingdraht gemachte (besser von Messing gegossene) Augen *α*, *α* geleiteten Vorgespinnstfäden sich herabziehen lassen ohne zu reißen. Sollte indessen doch ein Faden abreißen, so wird er gegen das Herunterschlagen und behufs seines besseren Wiederaufnehmens

durch den, in den hölzernen Armen b, b befestigten horizontalen Draht c unterstützt.

Sofern man Vorgespinnst von einer Vorspinnkrempel verarbeitet, welches zu 12 bis zwanzig Fäden neben einander auf langen Spulen aufgewickelt ist, kommt statt des Gestells A ein anders gebautes in Anwendung, in welchem jene Vorgespinnstspulen horizontal und frei drehbar auf runde Eisenstäbchen aufgeschoben werden.

Das Streckwerk B besteht aus zwei Walzenreihen, von welchen die untere d zusammenhängend, die obere e hingegen aus einzelnen Walzen als Druckwalzen zusammengesetzt ist. Beide sind an der gegenwärtigen Maschine von hartem Holz gemacht, glatt rund, und werden durch Pfannenhalter f unterstützt: die Unterwalzen d in größeren Abständen von fünf zu fünf; die Oberwalzen e eine jede für sich an ihren aus Schmiedeisen gefertigten Zapfen. Besser ist es ohne Zweifel (und auch sehr gebräuchlich), eiserne Walzen anzuwenden: die unteren geschmiedet und geriffelt (bei $1^3/_4$ Zoll Durchmesser 55 bis 60 Furchen und dazwischen eben so viele abgerundete Rippen enthaltend), die oberen gegossen und glatt. Nur die untere Walzenreihe wird in Umlauf gesetzt; die Druckwalzen dagegen liegen vermöge ihres eigenen Gewichtes auf, und veranlassen das Einklemmen und Mitnehmen des Vorgespinnstes so lange, als die Bewegung der Unterwalzen dauert. Die Druckwalzen müssen sich leicht herausnehmen lassen, um einen neuen Faden einlegen zu können, wenn die im Gestelle A befindlichen Kötzer a aufgearbeitet sind, oder ein Faden gerissen ist.

Von dem Streckwerke B ab sind die Fäden nach den, in einer Reihe an der vorderen Seite des Wagens D aufgestellten Spindeln g geführt und hier durch Herumwinden befestigt. Der Wagen ist von Holz und läuft mit vier Paar gußeisernen Rädern wie h, h auf den am Fußboden angeschraubten gußeisernen Bahnschienen i, i. Innerhalb des Wagengerüstes lagert eine blecherne Trommel k, welche, in Umdrehung gesetzt, die Bewegung sofort mittelst endloser Schnüre an die Spindeln g überträgt. Jede Spindel ist dazu mit einer kleinen Schnurrolle l versehen, läuft unten mit einer etwas abgerundeten Spitze in einer porzellane-

nen oder messingenen Pfanne, und wird etwas weiter oben durch eine messingene Schiene m in einer nach dem Streckwerke B hin überhängenden Stellung unterstützt. Die Neigung sowie die Höhe der Spindel in Bezug zum Streckwerke muß so sein, daß der Faden in seinem Laufe von den Walzen d, e nach dem obersten Spindelende einen stumpfen Winkel mit der Spindelachse bildet, wie bei allen Spinnmaschinen mit Wagen. Dieser Winkel beträgt ungefähr 125 Grad wenn die Spindeln ganz nahe an den Walzen des Streckwerks stehen, nimmt beim Ausfahren des Wagens ab, und vermindert sich zuletzt auf etwa 110 Grad. Wäre er zu klein (dem rechten Winkel sehr nahe kommend), so würde die Mittheilung der Drehung von den Spindeln an die Fäden nicht gehörig Statt finden; wäre er zu groß, so würden die bereits aufgewickelten Fadentheile sich von den Spindeln wieder abziehen. Der Abstand zwischen je zwei benachbarten Spindeln (von Achse zu Achse gemessen) beträgt hier 1½, bei Maschinen, worauf grobe (auf den Spindeln mehr Raum einnehmende) Garne gesponnen werden, 1¾ bis 2 Zoll; je zwei Spindeln entsprechen Einer Walze des Streckwerks, welche also zwei Fäden zuführt (s. Fig. 1. Taf. 471). Die Spindelpfannen sind sämmtlich in ein Brettstück n eingelassen, welches mittelst Charnierbändern an dem Wagengestelle befestigt ist, und behufs Reinigung oder Auswechslung der Pfannen nach vorn in die Höhe geklappt werden kann. Auch die Decke o des Wagens besteht aus einer Klappe, welche bei Ergänzung und Reinigung der Schnüre abgehoben wird.

Zur Unterstützung sämmtlicher Fäden, wenn sie auf die Spindeln aufgewickelt werden sollen, so wie derjenigen, welche während des Ausziehens und Drehens etwa abreißen, dient ein bei p horizontal ausgespannter Draht (Gegendraht), welcher an zweiarmigen Hebeln q, q befestigt ist, und durch Gewichte an den entgegengesetzten Hebelenden erhoben gehalten, auch nach vorausgegangener Niederdrückung wieder in die Höhe gebracht wird. Die Niederdrückung erfolgt, wenn der Wagen fast ganz eingefahren ist; Fig. 3 auf Taf. 471 zeigt ihn in dieser Lage, womit jene in Fig. 2 zu vergleichen ist. Die Leitung der gesponnenen Fäden beim Aufschlagen auf die Spindeln, um eine für die

nachherige Wieder-Abwickelung geeignete Form des Kötzers zu erhalten, geschieht durch einen andern Draht (Aufschlagdraht) r, der seine Befestigung an den am vordern Wagenrande unterstützten Hebeln s hat. Diese befinden sich an der Welle t, welche der Spinner mit seiner linken Hand dreht, um gleichzeitig alle (durch den Drath p gehobenen) Fäden mehr oder weniger niederzudrücken, wie es die zu erreichende Gestalt der Kötzer verlangt (s. Fig. 2, Taf. 471, und die Punktirung in Fig. 3). Hört die Einwirkung der Hand auf die Welle auf, so erheben die Gewichte u die Hebel und mithin auch den Draht r, welcher die frühere Lage annimmt (Fig. 3). Zur Unterstützung der Welle t sind die an den Enden und in der Mitte derselben angebrachten Träger v und w bestimmt (Fig. 1, Taf. 471).

Die Verrichtungen, welche von der Maschine verlangt werden, bestehen in dem Abwickeln einer bestimmten Länge Vorgespinnstfaden von den im Gestelle A befindlichen Spindeln a, durch eine nach dieser Länge regulirte Zahl von Umdrehungen der untern Walzenreihe des Streckwerks B; in dem Ausziehen oder Strecken der vorgeführten Länge Vorgespinnst zu einer bestimmten größern Länge, also zu bestimmter Feinheit; endlich in der Drehung des so entstehenden Garnfadens entweder nur während des Ausziehens (für den Fall, daß man Schußgarn erzeugen will), oder auch noch nachher (wenn Kettengarn gesponnen wird). Das Aufwinden der ausgezogenen und gedrehten Fäden auf die Spindeln geschieht, wie schon aus Früherem bekannt ist, durch den Spinner während des Einfahrens des Wagens. Hiernach muß die von der stetig umlaufenden Hauptbetriebswelle der Spinnerei mittelst Riemen auf die Maschine übertragene Bewegung während des Einfahrens abgestellt, das Abstellen und Wiedereinsetzen der Bewegung aber nicht allein dem Arbeiter möglich sein, sondern auch ohne sein Zuthun, durch einen selbstthätigen Mechanismus, in bestimmten Zeitpunkten erfolgen.

Die Betriebsvorrichtung befindet sich zur rechten Seite und am Ende des Streckwerks und des Wagens. Sie besteht zuvörderst aus einer Welle a′, die in b′, b′ auf dem obersten Theile der von einem gußeisernen Rahmengerüste E getragenen Bögen F, F ihre Lager hat. Am Ende dieser Welle ist die Kurbel c′ befestigt;

zwischen den Lagern b', b' aber trägt sie drei Riemenscheiben G, H, I, die große Schnurscheibe (das Schwungrad) K, das kleine Stirnrad L; endlich außerhalb der Lager einerseits das Getrieb M, andererseits das Rad N. Die Riemenscheibe G, so wie die Schnurscheibe K, das Getrieb M und das Rad N, sitzen fest auf der Welle; es drehen sich mithin alle diese Bestandtheile, wenn der Betriebsriemen auf die Scheibe G geführt wird. Die Riemenscheiben H und I dagegen stecken nicht unmittelbar auf der Welle, sondern auf einer über diese angeschobenen Büchse d', und zwar H mit derselben verbunden, I aber lose oder todtlaufend. Das Stirnrad L ist durch eine in seiner Nabe angebrachte Druckschraube auf der Büchse befestigt, folgt mithin der Bewegung derselben, wenn der Betriebsriemen von der Losscheibe I auf die Treibscheibe H hinübergerückt ist. Es erfolgt demnach, so lange der Riemen auf der Scheibe I liegt und diese umdreht, keine Bewegung der Welle a' und der auf dieser oder der Büchse d' befindlichen Räder. Das Hin- und Herleiten des Riemens von einer Scheibe auf die andere geschieht durch die Gabel e', welche auf der Welle f' befestigt ist. Letztere lagert in Pfannenhaltern des Gerüstes E, und es sind auf ihr, außer der Gabel e' auch noch der Hebelarm g' und der mit einem Gewichte beschwerte Hebel h' festgemacht. Während g' mit der oberhalb des Streckwerks die ganze Maschine entlang laufenden und gehörig unterstützten Schubstange i' verbunden ist, und dazu dient, daß der Spinner an der Stange i' schiebend die Welle f' drehen, somit vermöge der Gabel e' den Riemen von der Losscheibe I auf die Treibscheibe G oder umgekehrt von dieser auf jene versetzen kann; befördert das an h' hängende Gewicht die Drehung der Welle f' in einem solchen Sinne, daß der Riemen von G auf I hinübergeführt wird.

Angenommen nun, der Wagen sei eingefahren und sämmtliche aus dem Streckwerke B hervortretenden Fadenanfänge seien an den Köpfen (Spitzen) der Spindeln g befestigt; so faßt, um die Arbeit zu beginnen, der Spinner die Schubstange i', und führt durch Schiebung derselben (von rechts nach links) den Betriebsriemen von der Losscheibe J auf die Treibscheibe G, wonach sofort die Welle a' sich zu drehen anfängt. Nun befindet sich aber

auf dieser Welle das Getrieb M, und mit diesem steht das Rad O im Eingriff, welches sich mit seiner rund ausgebohrten Nabe um einen Bolzen an dem gegen das Bogengerüst F angeschraubten Arme k' dreht. Die Nabe von O dient zur Befestigung eines kleinen konischen Rades P, welches wieder mit dem konischen Rade Q im Eingriff steht, indessen auch ausgerückt werden kann, wenn die Mittheilung der Bewegung nicht weiter Statt finden soll. Die Welle l', an deren entgegengesetztem, durch ein Lager unterstütztem Ende sich auch ein konisches Rad R befindet, bewirkt durch den Eingriff zwischen diesem und dem an der untern Walzenreihe d des Streckwerkes B befestigten Rade S die Bewegung der gedachten Walzen so lauge, als das Zusammenarbeiten von P und Q dauert. Dicht vor dem Rade Q ist die Welle l' durch einen um den Bolzen m' beweglichen Pfannenhalter n' unterstützt; Letzterer wird an seinem untern Ende von dem einen Arme eines Winkelhebels o' mittelst eines Auges umfaßt, und kann, wenn der andere Arm des Winkelhebels durch die Zugstange p' um den Bolzen q' etwas gewendet wird, um seinen eigenen Bolzen m' dergestalt sich drehen, daß das Rad P aufhört auf das sich von ihm entfernende Rad Q zu wirken, folglich das Streckwerk in Stillstand kommt: in Fig. 2, Taf. 470, ist diese veränderte Lage von Q durch punktirte Linien angedeutet. Das Wiedereinrücken von Q in P wird durch den Wagen selbst beim Einfahren bewirkt, und zwar indem der an der Seite des Wagengestells befestigte Daumen r' (Taf. 471, Fig. 4 und 8) gegen den mit einem Gewichte beschwerten, pendelartig geformten und um den Bolzen s' beweglichen Hebel t' stößt, und denselben so weit zurückdrängt, daß er die in Fig. 1, Taf. 170 dargestellte Lage annimmt, während er früher sich in der punktirt angegebenen befand. Die neue Lage behält er so lange, als der kleine Zapfen u' in der Sperrung liegt, die sich am Ende eines um den Bolzen v' beweglichen zweiarmigen Hebels w' befindet. Das Zurückdrängen des Hebels t' veranlaßt aber auch ein Anziehen der mit ihr verbundenen Zugstange p', welche den Winkelhebel o' und durch diesen die Welle l' in die Lage versetzt, wobei der Eingriff zwischen den Rädern P und Q sich wieder herstellt.

Erfolgt nun das Ausfahren des Wagens, so verbleiben die

ebengenannten Räder im Eingriffe, und das Vorschieben des Vorgespinnstes durch das Streckwerk geschieht so lange, als der Eingriff nicht aufgehoben wird. Letzteres erfolgt aber, wenn der an der Seite des Wagens (Fig. 2, Taf. 470, und F. 4, Taf. 471, etwas höher als r′) angebrachte Daumen x′ unter das geschweifte Ende des Hebels w′ tritt, und denselben so hebt, daß der am andern Ende vorhandene stufenartige Absatz den Zapfen u′ verläßt; worauf sogleich der Hebel t′ vermöge seines Gewichts in die punktirte Lage zurücksinkt, und zufolge seiner Verbindung durch die Zugstange p′ mit dem Winkelhebel o′ das Ausrücken des Rades Q aus dem Rade P vollbringt.

Das Ausfahren des Wagens geschieht mittelst einer Schnur ohne Ende y′, welche (Taf. 470, Fig. 1) mittelst blecherner Griffe an dem auf dem Wagengestelle angeschraubten Bolzen z′ befestigt ist. Diese Schnur läuft vom Wagen aus über die auf dem Gerüste E angebrachte Leitrolle T nach der mit einem Schneckengewinde versehenen Rolle U (welche sie einmal umschlingt), und von hier über die Spannrolle V″ wieder zurück nach dem Wagen. Die Geschwindigkeit, mit welcher der Wagen von dem Streckwerke ab- und bis zu seinem Ziele fortgeführt werden muß, bleibt im Laufe des Auszuges nicht stets dieselbe. In dem ersten Theile seines Weges, und zwar so lange als das Streckwerk B Vorgespinnst hergibt, muß die Geschwindigkeit zunehmen, wenn nicht die schon eingetretene gleichmäßig fortgesetzte Drehung der Spindeln das Ausziehen der Fäden stören soll. Ist aber das Vorgespinnst in bestimmter Länge vorgeschoben und das Streckwerk in Ruhe gebracht, so muß, wenn die Drehung der ganzen ausgezogenen Länge der Fäden gleichmäßig werden soll, die Geschwindigkeit des Wagens wieder mehr und mehr abnehmen. Hierzu dienen eben die Schneckengänge der Rolle U, auf welche die Schnur y′ in der Art sich aufrollt, daß den eben bemerkten Bedingungen Genüge geleistet wird, d. h. im Gange des Wagens diejenigen Variationen eintreten, welche bei den ganz durch Handarbeit bedienten Spinnmaschinen der geübte Arbeiter durch schnelleres oder langsameres Fortziehen des Wagens erreicht. Die Schnecke hat nämlich die Gestalt zweier mit den größeren Grundflächen an einander gefügten abgestutzten Kegel. Zu Anfang des

Ausfahrens liegt die Schnur in dem Schnecken- oder Schraubengange zunächst am Gestell und am Räderwerke; sie wickelt sich beim Fortschreiten der Bewegung auf Gänge von steigendem Durchmesser und beschleunigt so ihre eigene Bewegung wie die davon ausgehende des Wagens. Sobald aber die Schnur über den größten Durchmesser der Schnecke weggegangen ist, kommt sie auf kleinere und kleinere Gewindgänge nach dem dünnen Ende des längeren Kegels zu und verzögert dadurch die Wagenbewegung. Die Schneckenrolle U ist mit dem anliegenden Stirnrade V verbunden, und es bewegen sich beide gemeinschaftlich um einen Bolzen a'', welcher oben an dem durch den Bolzen b'' unterstützten Hebel c'' befestigt ist (Taf. 470, Fig. 1, und Taf. 471, Fig. 7). So lange das Rad V mit dem Getriebe M im Eingriffe steht, theilt Letzteres dem Ersteren die Bewegung mit. Diese Bewegungsmittheilung wird aber nur für die Dauer des Ausfahrens verlangt, und muß daher abgestellt werden, sobald der Wagen das Ziel seines Weges erreicht hat. Das Ein- und Ausrücken des Rades V geschieht, wenn der Hebel c'', woran dasselbe nebst der Schneckenrolle sich befindet, um den Bolzen b'' links oder rechts gedreht wird. Dieß wird durch den Wagen selbst veranlaßt. Es befindet sich nämlich an der, dem Betriebsapparate zugekehrten Seite des Wagens der Winkelhaken d'' (Fig. 4 und 8, Taf. 471). Stößt derselbe beim Einfahren des Wagens gegen den an der Zugstange e'' (Fig. 1, Taf. 470) befestigten Knopf f'', so nimmt er jene so weit mit, daß der Hebel c'' durch den doppelarmigen, um den Bolzen g'' beweglichen Hebel h'' in die Fig. 1, Taf. 470, dargestellte Lage gebracht wird, wodurch das Rad V mit dem Getriebe M eingreift. Behauptet wird diese Stellung durch einen am untern Theil der Rückseite des Hebels c'' angebrachten kleinen Zapfen, indem dieser in einen Haken sich legt, der am Ende des zweiarmigen um i'' drehbaren Hebels k'' sich befindet. Der Hebel c'' wird aber in die punktirt angedeutete Stellung, und sonach das Rad V außer Eingriff mit dem Getriebe M versetzt, wenn die am Wagen befestigte Rolle l'' (Fig. 1, Taf. 470; Fig. 3 und 4, Taf. 471) beim Ausfahren desselben unter den geschweiften Theil des Hebels k'' gelangt, und denselben in die, Fig. 1 auf Taf. 470 ebenfalls punktirt ausgedrückte

Lage erhebt. Der kleine Zapfen am Hebel c'' wird dann nicht mehr durch den Haken gesperrt; und da ferner gegen den untern Theil von c'' das Gewicht des um den Bolzen m'' beweglichen doppelarmigen Hebels n'' wirkt, jener aber, seiner Unterstützung durch den Bolzen b'' und des Eingriffs zwischen V und M zufolge, ohnehin zurückzufallen Neigung hat: so wird er in die angedeutete Lage gelangen, und hiernach auch die Zugstange e'' wieder zurückgeschoben werden.

Damit das Aus- und Einfahren des langen Wagens mit der großen Anzahl Spindeln recht regelmäßig und parallel erfolge, sind unten an demselben nach dem schon bekannten Prinzipe die zwei horizontalen Leitscheiben X, X angebracht, und über diese hinweg zwei Schnüre geführt, welche in dem sehr verkleinerten Grundrisse Fig. 9 (Taf. 471) als einfache Linien mit verschieden geformten Pfeilen bezeichnet erscheinen. Der Anfang der einen Schnur ist am Gestelle des Betriebsapparates in dem Haken o'' (Fig. 1 auf Taf. 470, Fig. 1 auf Taf. 471), das Ende hingegen an einem auf dem Fußboden des Arbeitszimmers festgeschraubten kleinen gußeisernen Pfosten p'' (Fig. 2, Taf. 471) befestigt; der Anfang der andern Schnur aber in dem am Gerüste C befindlichen Haken q'' (Taf. 471, Fig. 1, 2), deren Ende an einem Pfosten r''. Das Ziel, bis zu welchem der Wagen eingefahren werden muß, ist durch drei gußeiserne Prellböcke s'' bezeichnet; dieselben sind auf dem Fußboden des Saales angeschraubt, und der Arbeiter muß, durch Anstemmen seines Knies gegen das an der Vorderseite des Wagens angebrachte gepolsterte Kissen Y (Fig. 1, Taf. 471), den Wagen scharf gegen diese Böcke anfahren.

Von der in Umdrehung befindlichen Welle a' wird die Bewegung durch das Schnurrad K mittelst einer Schnur ohne Ende an die Scheibe Z übertragen, von dieser durch eine andere Schnur ohne Ende der auf der verlängerten Achse der Trommel k (Taf. 470, Fig. 2) befindlichen Scheibe A', und endlich von k aus mittelst besonderer Schnüre den Spindeln g des Wagens mitgetheilt. Die Scheiben Z und A' haben mehrere Schnurgänge von verschiedenen Durchmessern, um die Geschwindigkeit der Spindeln nach Erforderniß vermindern oder steigern zu können. Da bei

dem Aus- und Einfahren die Entfernung der Scheibe A′ von der Scheibe Z sich ändert, so ist die zur Bewegungsmittheilung dienende Schnur ohne Ende über die am Ende des Gerüstes E angebrachte Spannrolle B′ geschlagen, wie man aus Fig. 1 und 2, Taf. 470, deutlich ersieht.

Wiederholt man nun die Verrichtungen der Maschine, so ergibt sich, daß nach dem Hinüberführen des Betriebsriemens von der Losscheibe J auf die Treibscheibe G das Streckwerk B Vorgespinnst von den Kötzern a, a abzieht, und dem im Ausfahren begriffenen Wagen so lange zuführt, als die Bewegung der Walzen d, e dauert; und daß der Wagen die gegebene Länge Vorgespinnst auszieht und bis zum Ende seines Weges den so entstehenden Garnfäden die zur Haltbarkeit während des Ausziehens erforderliche Drehung vermöge der Spindeln ertheilt. Gelangt der ausfahrende Wagen an das Ende seines Weges, so muß, falls die Fäden als Schußgarn dienen sollen, jede weitere Umdrehung der Spindeln eingestellt, daher die Bewegungsmittheilung an dieselben aufgehoben und der Wagen sogleich eingefahren werden, um das Aufwinden auf die Spindeln zu bewerkstelligen. Sollen dagegen die ausgezogenen und bis hieher nur schwach gedrehten Fäden als Kettengarn dienen, so muß den Spindeln noch so lange Bewegung mitgetheilt werden, als der verlangte Grad von Drehung bedingt. Im ersteren Falle muß der Betriebsriemen von der Treibscheibe G wieder auf die Losscheibe zurückgeführt werden, sobald der Wagen am Ende seines Weges zum Stillstehen kommt. Dieses Zurückführen des Riemens auf die Losscheibe geschieht durch die schon bekannte, auf der Welle f′ befindliche, Gabel e′. Oben an dieser Gabel ist nämlich mittelst eines Bolzens der mit den drei Auszahnungen u″, v″, w″ (Taf. 471, Fig. 1) versehene Fallhebel t″ befestigt. Je nachdem nun die eine oder die andere dieser Auszahnungen gegen den am Gerüste E festgeschraubten Sperrdaumen x″ anliegt (wozu sie durch das am Hebel h hängende Gewicht genöthigt ist), befindet sich der Betriebsriemen auf einer der drei Riemenscheiben G, H oder J. Liegt also der Fallhebel mit dem Zahne w′ gegen den Daumen x″, so läuft der Riemen auf der Losscheibe J, und die Maschine ist in Ruhe. Erfolgt dann durch den Spinner das

Herüberführen des Riemens mit Hülfe der Schubstange i′ von der Losscheibe auf die Treibscheibe G, wonach der Zahn u″ gegen den Daumen x″ sich lehnt, so kommt die Maschine in Bewegung und verbleibt darin so lange, als der Riemen nicht verlegt wird. Das Abführen des Riemens muß nun aber Statt finden, sobald der Wagen völlig ausgefahren ist. Um es zu veranlassen, befindet sich am äußern Ende der Welle a′ das Stirnrad N, welches durch Eingriff dem unter ihm auf der kurzen Welle y″ befindlichen größern Rade C′ die Bewegung mittheilt; das innere Ende der Welle y″ trägt ferner ein Stirnrad D′, durch welches ein anderes solches Rad E′ umgedreht wird. Die Achse von E enthält am entgegengesetzten Ende eine Schraube ohne Ende F′, deren Gänge wieder das eingreifende Schraubenrad G′ und dessen Welle z″ mitnehmen. Auf dieser letztern Welle aber ist, gerade unter dem Fallhebel t″, ein Daumen befestigt, welcher, wenn ein halber Umgang von z″ und G′ geschehen ist, unter den Hebel greift und ihn so hoch hebt, daß dessen gegen den Sperrdaumen a″ anliegender Zahn ausgelöset, der Hebel bis zum nächsten Zahne vorgeschoben und somit der Betriebsriemen durch die Gabel e′ von der Treibscheibe G auf die Nachbarscheibe H transportirt wird. Aus früherem weiß man aber, daß die Scheibe H mit einer lose auf der Welle a′ steckenden und um dieselbe drehbaren Büchse fest verbunden ist; demnach wird sie, wenn der Riemen auf ihr liegt, von diesem zwar mitgenommen, jedoch ohne eine weitere Bewegungsmittheilung an irgend einen andern Theil der Maschine zu veranlassen. Die Verhältnisse des Räderwerks N, C′, D′, E′, F′, G′ müssen folglich so beschaffen sein, daß — der obigen Bedingung gemäß — der Daumen auf der Welle z″ einen halben Umlauf vollendet hat, wenn der Wagen gerade gänzlich ausgefahren ist.

Anders ist es, wenn Kettengarn gesponnen werden soll, wozu die Spindeln noch nach dem Stillstande des Wagens ohne Unterbrechung eine gewisse Zeit lang in Bewegung erhalten werden müssen, um zu der Drehung der Fäden den bestimmten Nachtrag zu liefern. Dieser Zweck wird dadurch erreicht, daß die Zähne des auf der Büchse d′ befestigten Rades L in die Zähne des Rades D′ eingerückt werden, wie die punktirten Linien links

neben L in Fig. 1 (Taf. 471) andeuten. So lange der Betriebsriemen die Scheibe G herumdreht, wird alsdann durch den Eingriff des Rades N in das Rad C′ Letzteres und sofort auch die Büchse d′ mit der auf ihr befestigten Riemenscheibe H in Bewegung gesetzt; die Welle z″ macht, wie vorher für Schußgarn, einen halben Umlauf, und der Daumen veranlaßt im rechten Zeitpunkte das Herüberschieben des Riemens von G auf H. Nunmehr bleibt der Wagen stehen; der Riemen nimmt die Scheibe H, die Räder L, D′, C′, N mit, erhält folglich die Welle a′ mit der Schnurscheibe K, und demzufolge die Spindeln in Umdrehung. Diese Bewegung hält so lange an, bis der Daumen der Welle z″ wieder einen halben Umgang gemacht und den Hebel t″ nochmals aus dem Sperrdaumen x″ ausgehoben hat; dann führt augenblicklich das Gewicht am Hebelarme h′ den Riemen von H auf die Losscheibe J, wodurch alle fernere Bewegungsmittheilung aufgehoben und die Maschine in Ruhe versetzt ist.

Da die Fäden zunächst am Streckwerke B am längsten der drehenden Einwirkung der Spindeln ausgesetzt waren, also hier am stärksten gedreht sind, und dieser Theil, wenn er sogleich mit aufgewickelt würde, eine Ungleichheit des Gespinnstes veranlassen müßte; so hat der Erbauer dieser Maschine (Price in Stroud) noch eine sinnreiche Einrichtung angeordnet, mit deren Hülfe jener Theil der Fäden vor den Walzen d, e, welcher eben diesen Mehrbetrag an Drehung besitzt, beim Einfahren zurückgeschoben, und somit auch die Fäden zwischen Walzen und Spindeln scharf angezogen werden. Es befindet sich nämlich auf der verlängerten Welle der Walzen, neben dem konischen Rade S, ein kleines Stirnrad G″ (s. auch Fig. 5, 6, Taf. 471), welches nicht auf der Welle festsitzt, sondern mit seiner ausgebohrten Nabe sich um dieselbe drehen kann. Dicht neben diesem Rade, jedoch fest auf der Welle, ist ein Sperrrad H′ angebracht, zwischen dessen Zähne ein kleiner Sperrkegel durch seine Feder hineingedrückt wird; Sperrkegel und Feder sind auf der Fläche des Rades G″ angeschraubt. Letzteres greift in eine Zahnstange J′ ein, welche, durch Friktionsrollen K′, K′ unterstützt, unter dem Rade liegt, und an dem einen Ende mit dem Hebel L′ in Verbindung steht.

Dieser ragt vor dem Gerüste E so weit vor, daß ihn beim Einfahren der Wagen trifft und nebst der gezahnten Stange J′ zurückdrängt. Da nun aber die Sperrzähne des Rades H′ gerade in der Richtung schräg eingeschnitten sind, daß der Kegel sperrt, wenn durch die Zahnstange die Bewegung des Rades G″ erfolgt, so wird das Sperrrad H′ gedreht, was ein Verkehrtdrehen der Walzen zur Folge hat, die sonach etwas Fadenlänge wieder zurückfähren. Beim Ausfahren des Wagens, wo dessen Einwirkung auf den Hebel L′ aufhört, tritt ein Gewicht M′ in Thätigkeit, welches an einer über eine Rolle geleiteten Schnur die Zahnstange wieder hervorzieht, bis der Hebel L′, und also mittelbar die Stange, von einem Stifte W′ aufgehalten wird: dieses Hervortreten der Zahnstange nöthigt zwar das Rad G″ zur Drehung, nimmt aber, wegen der Stellung der Sperrzähne am Rade H′, dieses und somit die Walzen d, e nicht mit.

Das Aufwickeln des gesponnenen Garnes auf die Spindeln, beim Einfahren des Wagens, erfordert Umdrehungen der Spindeln, welche der Spinner in gehöriger Anzahl und Geschwindigkeit dadurch hervorbringt, daß er mittelst der Kurbel c′ die Welle a′, folglich das Schnurrad K, die Rolle Z und die Rolle A′ der Schnurtrommel k, in Umlauf setzt. Das Einfahren veranlaßt von selbst, vermöge der Schnur y′, das Zurückdrehen der Schneckenrolle U, bis die eben genannte Schnur sich in dem Schneckengange zunächst des Betriebsapparates befindet, und das Rad V behufs des wieder zu beginnenden Ausfahrens von Neuem in das Getrieb M eingerückt ist.

Ueber die Geschwindigkeiten an dieser Feinspinnmaschine ist Folgendes zu merken. Vermittelst der Riemenscheibe G oder H macht die Welle a′ in 1 Minute 80 Umgänge. Das an dieser Welle befestigte Getrieb M hat 24, das hiermit zusammen arbeitende Rad O 38 Zähne; Letzteres wird daher in der Minute 50.526 Umgänge vollbringen, und eben so viel das mit demselben verbundene 30zähnige Rad P. Da nun ferner Q 34, R 38 und S 30 Zähne enthält, so macht das Letztgenannte nebst den unteren Walzen d des Streckwerks 56.47 Umdrehungen in 1 Minute. Der Durchmesser dieser Walzen ist 1.75 Zoll, ihr Umfang demnach 5.4978 Zoll; sie würden folglich während 1 Minute un-

unterbrochener Bewegung 310·45 Zoll Vorgespinnst vorführen. Die Walzen hören aber auf, sich zu bewegen und Vorgespinnst zu liefern, sobald das Rad Q vom Eingriffe mit P ausgerückt wird; dieß erfolgt, sobald der Wagen unter den Hebel w′ fährt und die Sperrung aufhebt. In diesem Zeitpunkte sind etwa 24 Zoll Vorgespinnst vorgeschoben, und der ganze Weg des Wagens beträgt 76 Zoll, so daß 24 Zoll Faden auf 76 Zoll ausgedehnt werden, oder eine Streckung anf das $3^1/_6$ fache eefolgt.

Die Schneckenrolle U macht, um den Wagen ganz auszufahren, 8.18 Umdrehungen, wozu — wegen 78 Zähnen am Rade V, und 24 am Getriebe M — 26.59 Umgänge der Welle a′, also $\frac{60 \times 26.59}{80}$ = 19.94 Sekunden, erfordert werden. Für die Spindeln berechnen sich beispielweise 1377 Umdrehungen für die Minute, oder für 19·94 Sekunden 457, wonach — bei 76 Zoll Länge des Auszuges — auf 1 Zoll Schußgarn 6 Drehungen fallen. Stärkere oder schwächere Drehung ist zu erreichen, indem man die Schnüre auf den Scheiben Z und A′ in andere Schnurgänge legt, oder ein anderes Schraubenrad G′ auf der Welle z″ ansteckt, wodurch die Drehung der Spindeln mehr oder weniger lange sich fortsetzt, bis das Hinüberschieben des Betriebsriemens auf die Losscheibe erfolgt, ohne Rücksicht auf den etwa schon früher eingetretenen Stillstand des Wagens, welcher ja bekanntlich von dem durch den Wagen selbst regulirten Eingriffe des Rades V in das Getrieb M abhängt. Rechnet man zu den 19.94 Sekunden, welche das Ausfahren des Wagens dauert, die zum Einfahren und zum Andrehen der gebrochenen Fäden nöthige Zeit hinzu; so erfordert das Spinnen und Aufwinden eines Auszugs von 76 Zoll Fadenlänge im Durchschnitte etwa 1 Minute, d. h. es werden stündlich 60 Auszüge, oder von den 240 Spindeln überhaupt $\frac{60 \times 240 \times 76}{12}$ = 91200 Fuß (37000 E.) Garn gesponnen. Das Vorgespinnst wird von solcher Feinheit angenommen, daß 6300 Ellen desselben 1 Pfund wiegen; vermöge der Streckung auf die $3^1/_6$ fache Länge werden, unter dieser Voraussetzung, von dem erzeugten Garne 19950 Ellen auf 1 Pfd. gehen: die Production in einer Stunde beträgt also $\frac{37000}{19950}$ = 1.8546 Pfd. oder

11*

1 Pfd. 27⅓ Loth (von jeder Spindel 154 Ellen oder sehr nahe 1 Quentchen).

Bei Anfertigung von Kettengarn, welches, nachdem die Fäden in 19.94 Sekunden zu 76 Zoll Länge ausgezogen und zugleich gedreht sind, noch einer nachträglichen, ebenfalls 19.94 Sekunden dauernden Drehung bei stillstehendem Wagen unterworfen werden (so daß 1 Zoll Faden 12 Drehungen empfängt), kann der Spinner in einer Minute eine Aus- und Einfahrt nicht bewerkstelligen; er bedarf hierzu etwa 80 Sekunden, und spinnt demnach stündlich nur 45 Auszüge, deren Ertrágniß 68400 Fuß = 27750 Ellen oder, bei der oben angenommenen Feinheit, 1 Pfd. 12½ Loth ist (von 1 Spindel 116 Ellen = 0.185 Loth).

Um aus demselben Vorgespinnste feineres oder gröberes Garn zu produziren, hat man nichts weiter nöthig, als den Daumen x′ am Wagen (Fig. 4, Taf. 471, und Fig. 2, Taf. 470) dergestalt zu versetzen, daß er beim Ausfahren früher oder später unter den niederwärts gebogenen Theil des Hebels w′ gelangt, und also auch früher oder später durch diesen Hebel die Walzen des Streckwerks zum Stillstehen bringt: im erstern Falle wird eine geringere, im zweiten Falle eine größere Länge Vorgespinnst als Material zu dem 76 Zoll langen Garnfaden eines Auszugs vorgeführt. — Zur Bedienung zweier einander gegenüber aufgestellter Spinnmaschinen der hier beschriebenen Art ist nur Ein Spinner angestellt, welcher stets den einen Wagen einfährt, während der andere von selbst ausfährt; vier Kinder unterstützen ihn im Andrehen der gerissenen Fäden.

Die Zylinder-Spinnmaschinen werden mit mancherlei Abänderungen im Detail der Konstruktion ausgeführt, daher die vorstehende nur als ein (und zwar sehr gutes) Beispiel dienen kann, deren Darstellung aber keineswegs den Gegenstand erschöpft. Von einer andern derartigen Maschine mit 192 Spindeln, bei welcher die Länge des Auszugs 61 Zoll betrug, sind folgende Beobachtungen entnommen: Beim Spinnen festgedrehten Schußgarns (zu halbwollenen Lama's mit baumwollener Kette bestimmt) hilft Ein Mädchen dem Spinner in Andrehung der gebrochenen Fäden. Es wurde Vorgespinnst einer Vorspinnkrempel, 2550 Ellen aufs Pfund, verarbeitet. Die Walzen des Streckwerks

führten davon zu jedem Auszuge 19·4 Zoll vor, welche auf 61 Zoll ausgedehnt wurden, so daß die Streckung das $\frac{61}{19.4} = 3\frac{1}{7}$fache betrug. Das Garn maß demzufolge 8000 Ellen im Pfunde; es erhielt $6\frac{1}{2}$ Drehungen auf 1 Zoll. In einer Stunde geschahen 80 bis 120, durchschnittlich 100 Auszüge. Der Zeitaufwand für Einen Auszug vertheilte sich im Durchschnitte wie folgt:

| | | |
|---|---|---|
| Ausfahren, vom Anfang bis zum Stillstehen des Wagens . . . . . . . . . . . . . . . | 6 | Sekunden. |
| Nachdrehung bei stillstehendem Wagen . . . | 5 | „ |
| Einfahren . . . . . . . . . . . . . . . | 4 | „ |
| Zeitverlust zwischen Beendigung der Nachdrehung und Beginn des Einfahrens, dann nach dem Einfahren durch Andrehen gebrochener Fäden | 21 | „ |
| Zusammen . | 36 | Sekunden. |

Mit 100 Auszügen lieferten also die 192 Spindeln stündlich $\frac{61 \times 100 \times 192}{12} = 97600$ Fuß oder 39594 Ellen (4 Pfund $30\frac{1}{2}$ Loth) Garn; das Erträgniß einer einzelnen Spindel berechnet sich danach zu 206 Ellen oder 0.824 Loth. Als abgenommen wurde, enthielt eine volle Spindel $1\frac{1}{2}$ Loth Garn, das Erzeugniß dreistündiger Arbeitszeit. —

Kettengarn und Schußgarn aus Streichwolle sind nicht nur dadurch von einander verschieden, daß sie — wie schon erwähnt — einen sehr verschiedenen Grad von Drehnng haben, indem das Kettengarn (um der Spannung und Reibung auf dem Webstuhle zu widerstehen) viel stärker, das Einschußgarn (um vermöge seiner Weichheit und Lockerheit besser in der Walke zu filzen) schwächer gedreht wird; sondern auch die Richtung der Drehung ist verschieden: Kette hat die Drehungen in Gestalt rechter, Schuß in Gestalt linker Schraubengänge. (Die gewöhnlichen Ausdrücke links und rechts gedreht werden nicht selten auf verschiedene Weise verstanden, so daß hiernach bald von dem Kettengarne, bald von dem Schußgarne gesagt wird, es sei rechts gedreht.) Dieser Umstand, welcher bei Tuch nie außer Acht gelassen, bei anderen tuchartigen Wollenzeugen, die eine schwächere Walke erhal-

ten, öfters vernachläßigt wird (so daß man hier häufig Kette und Schuß in gleichem Sinne — rechts oder links — gedreht findet), befördert entschieden die Filzung in der Walke.

Sofern von Gespinnst zu Tuch und Fries die Rede ist, kann man als eine ziemlich feste Regel annehmen, daß dem Kettengarne auf gleicher Länge doppelt so viel Drehuugen gegeben werden, als dem Einschußgarne von derselben Feinheit. Mit der Feinheit muß auch hier, wie bei jeder Art Spinnerei, die Drehung im Verhältnisse stehen, und es sind nach durchschnittlichen Beobachtungen in dieser Beziehung folgende Zahlen als Anhaltspunkte (wenngleich nicht als strenge Vorschrift) zu beachten:

| Feinheit. Wr. Ellen in 1 Wr. Pfunde. | Drehungen auf 1 Wiener Zoll | | Feinheit. Wr. Ellen in 1 Wr. Pfunde. | Drehungen auf 1 Wiener Zoll | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Kette | Schuß | | Kette | Schuß |
| 3600 | 6 | 3 | 20000 | 14 | 7 |
| 5000 | 7 | 3½ | 22500 | 15 | 7½ |
| 6400 | 8 | 4 | 25500 | 16 | 8 |
| 8000 | 9 | 4½ | 29000 | 17 | 8½ |
| 10000 | 10 | 5 | 32500 | 18 | 9 |
| 12000 | 11 | 5½ | 36000 | 19 | 9½ |
| 14500 | 12 | 6 | 40000 | 20 | 10 |
| 17000 | 13 | 6½ | | | |

Kettengarn wird hiernach etwa um ein Zehntel schwächer gedreht, als bei baumwollenem Kettengarne gleicher Feinheit gewöhnlich ist; Schußgarn hingegen fast nur halb so stark, als Schußgarn von Baumwolle. Streichwollenen Gespinnsten zu Stoffen, die nicht gewalkt und verfilzt werden, gibt man allerdings eine schärfere Drehung, namentlich den Einschußgarnen.

d) Haspelung und Feinheitsbezeichnung der Garne.

Das Haspeln oder Weifen der Streichwollgarne geschieht auf einem Haspel (einer Weife) in der Art, daß 12 oder mehr Strähne zugleich neben einander gebildet werden. Ueber die

Einrichtung des Garnhaspels ist der Artikel Haspel, Bd. VII S. 356—359 nachzusehen. Die Länge und Eintheilung der Strähne oder Stücke ist in verschiedenen Ländern, ja oft in verschiedenen Spinnereien derselben Gegend, nicht übereinstimmend, indem sowohl die Länge des einzelnen Haspelfadens (der Haspelumfang) als die Zahl der Fäden in 1 Gebinde (Litze, Klapp) und der Gebinde im Strähn (Strang, Stück, Lopp) abweicht. Vielen der gebräuchlichen Eintheilungen liegt indessen die sogenannte niederländische Haspelung zu Grunde, nach welcher 44 Fäden ein Gebinde und 20 oder 22 Gebinde ein Stück bilden. Zu leichter Uebersicht mögen hier die mitzutheilenden Angaben tabellarisch zusammengestellt werden:

| № | Benennung der Länder. | Umfang des Haspels. im landesüblichen Maße. | Umfang des Haspels. Wien. Ellen. | Anzahl d. Fäden i. Gebinde | Anzahl d. Gebinde i. Stück | Gesammtfadenlänge des Stückes oder Strähns. im landesüblichen Maße. | Gesammtfadenlänge des Stückes oder Strähns. Wiener-Ellen. | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Böhmen und Mähren | — | 2 | 44 | 20 | — | 1760 | Der Strähn wird in 4/4 abgetheilt; 1/4 besteht demnach aus 5, 5½ oder 6 Gebinden (Klapp). Oft bindet man aber auch nur d. Strähn Schußg in 4, Kettengarn in 2 Geb. |
| 2 | » » » | — | 2 | 44 | 22 | — | 1936 | |
| 3 | » » » (seltener) | — | 2 | 44 | 24 | — | 2112 | |
| 4 | » » » (desgl.) | — | 3 | 44 | 24 | — | 3168 | |
| 5 | Niederösterreich . . . . | — | 2¼ | 50 | 7 | — | 787½ | |
| 6 | Preußen . . . . . . . | 2.4432 Berl. E. | 2.09 | 44 | 20 | 2150 Berl. E. | 1840½ | |
| 7 | » . . . . . . . | 2½ Berl. Ell. | 2.14 | 220 | 4 | 2200 » » | 1883 | |
| 8 | Sachsen . . . . . . . | 2 Leipzig. Ell. | 1.45 | 80 | 5 | 800 Leipziger » | 580 | Am gebräuchlichsten. |
| 9 | » . . . . . . . | 3 » » | 2.175 | 80 | 5 | 1200 » » | 870 | |
| 10 | » . . . . . . . | 25/8 » » | 1.903 | 44 | 22 | 2541 » » | 1842 | |
| 11 | » . . . . . . . | 2⅓ » » | 1.692 | 80 | 7 | 1306 » » | 947 | |
| 12 | » . . . . . . . | 2 » » | 1.45 | 40 | 10 | 800 » » | 580 | |
| 13 | » . . . . . . . | 17/8 » » | 1.359 | 38 | 10 | 712½ » » | 516½ | |
| 14 | Hannover . . . . . . . | 3 hannov. Ell. | 2.249 | 100 | 6 | 1800 hann. E. | 1350 | 12 Stück werden 1 Haspel genannt, der also im ersteren Falle 21600 hannov. (16200 W.), i. zweit. Falle 9984 hannov. (7488 W.) Ell. enthält |
| 15 | » . . . . . . . | 3¼ » » | 2.437 | 64 | 4 | 832 » » | 614 | |
| 16 | Frankreich (Sedan) . . . . | 1.534 Meter | 1.98 | 44 | 22 | 1493 Meter | 1916½ | 1493 Met. sind d. Aequival. für die ehemals gebräuchliche 1256 Aunes (Paris. Stab). |
| 17 | » (Elbeuf) . . . | 2 Meter<br>1.5 » | 2.567<br>1.925 | 45<br>60 | 40 | 3600 » | 4620 | Der Strähn wird in 4/4 getheilt; 1 Viertel (quart) enthält 10 Gebinde, 1 Geb. (son) 90 Met. Fadenlänge. |
| 18 | » . . . . . . . | 2 Meter<br>1.6 » | 2.567<br>2.053 | 40<br>50 | 10 | 800 » | 1027 | |

Die Feinheit des Garns bestimmt und vergleicht man gewöhnlich durch Angabe der Anzahl Stücke oder Strähne, welche auf 1 Pfund gehen. In den österreichischen Fabriken versteht man hierbei das Wiener Pfund, in Preußen das kölnische Pfund (= 0·8352 W. Pf.), in Sachsen neuerlich gewöhnlich das Zollpfund (= 500 Gramme oder 0·8928 W. Pf.), welches um nahe 7 Prozent größer ist als das sonstige Leipziger Pfund u. s. w. Die Ausdrücke: drei-, vier-, zehnstückiges Garn haben hiernach nur unter Voraussetzung einer gewissen Strähnlänge und eines gewissen Pfundes einen bestimmten Sinn. Folgende Tabelle dient zur Erläuterung hierüber:

| Bezeichnung der Feinheit | | | | |
|---|---|---|---|---|
| in Böhm. u. Mähren (Strähne von 22 Klapp od. 1936 Wien. Ell. auf 1 Wien. Pfd.) | in Preußen (Stücke von 20 Gebind. od. 2150 Berlin. Ell. auf 1 Köln. Pfund) | in Sachsen: Zahlen v. 800 Ell. auf 1 Zollpfund. | in Sachsen: Strähne v. 1200 Ell. auf 1 Zollpfund. | Wiener Ellen in 1 Wien. Pf. |
| 2stückig | 1.76 | 5.96 | 3.97 | 3872 |
| 3 » | 2.63 | 8.93 | 5.96 | 5808 |
| 4 » | 3.51 | 11.91 | 7.94 | 7744 |
| 5 » | 4.39 | 14.89 | 9.93 | 9680 |
| 6 » | 5.27 | 17.87 | 11.91 | 11616 |
| 7 » | 6.15 | 20.85 | 13.90 | 13552 |
| 8 » | 7.03 | 23.82 | 15.88 | 15488 |
| 9 » | 7.91 | 26.80 | 17.87 | 17424 |
| 10 » | 8.79 | 29.78 | 19.85 | 19360 |
| 11 » | 9.66 | 32.76 | 21.84 | 21296 |
| 12 » | 10.54 | 35.74 | 23.82 | 23232 |
| 15 » | 13.18 | 44.67 | 29.78 | 29040 |
| 20 » | 17.57 | 59.56 | 39.71 | 38720 |
| 25 » | 21.96 | 74.45 | 49.63 | 48400 |
| 30 » | 26.36 | 89.34 | 59.56 | 58080 |
| 36 » | 31.63 | 107.21 | 71.47 | 69696 |

Zu Fries und anderen groben Waaren werden zwei- bis vierstückige Garne (nach Spalte 1 der Tabelle), zu Tuch hauptsächlich drei- bis zehnstückige, zu Kasimir und andern leichten tuchartigen Stoffen sieben- bis fünfzehnstückige verarbeitet. Die fünf- bis achtstückigen dienen zu mittelfeinen Tuchen und werden am meisten gebraucht. Gespinnste höher als fünfzehnstückig finden ihre Anwendung nur zu feinen Luxus- und Modeartikeln. Die dreißig- bis sechsunddreißigstückigen gehören schon zu den

schwierigen und daher seltenen Leistungen; eine belgische Fabrik hatte i. J. 1851 zu London Streichgarne ausgestellt, wovon 100,000 Meter auf das Kilogramm oder 71880 W. Ellen auf 1 W. Pfd. gingen, welches also etwas über siebenunddreißigstückig nach Spalte 1 der obigen Tabelle gewesen ist. Baumwoll-Garn von gleicher Länge im Pfunde würde mit Nr. 59 bezeichnet werden und in seiner Art nichts weniger als ein sehr feines Gespinnst sein: man erhält hieraus einen Begriff, wie weit die Streichwollspinnerei hinter der Baumwollspinnerei in Ansehung der erreichbaren Feinheit zurückbleibt, da Baumwolle in einzelnen Fällen bis zu Nr. 500 und sogar 600 versponnen worden ist.

In einigen Gegenden, z. B. in hannoverschen Fabriken, drückt man die Feinheit der Streichwollgarne durch Angabe des Gewichts aus, welches ein Haspel (12 Stück) hat. Wenn der Haspel zu 21600 hannov. = 16200 Wiener Ellen gerechnet wird (Nr. 14 in der oben vorgekommenen Tabelle der Haspelungen), so gehen z. B. von 2½pfündigem Garn 6480 hannover'sche Ellen auf 1 hannoversches (preußisches), oder 7759 W. Ellen auf 1 W. Pfund; dieß entspricht genau 4 Stück von 1936 W. Ellen.

Ein ähnliches Verfahren befolgt man in England, wo zur Bezeichnung der Feinheit das Gewicht einer Spindel von 14400 Yards (16905. W. Ellen) Fadenlänge angegeben wird. Die Spindel (spindle) theilt sich in 24 heers zu 600 Yards.

In Frankreich pflegen diejenigen Fabriken, welche Strähne von 1493 Meter haspeln (s. Nr. 16 in der Tabelle auf Seite 168), die Feinheit durch Nummern auszudrücken, deren jede die Anzahl solcher Strähne in 1 Pfund alten Pariser Gewichts (= 489.5 Gramm) angibt; darnach enthält z. B. Nr 10 . . . 14930 Meter in dem gedachten Pfunde, oder 21920 Ellen im W. Pfunde. — Wo man Strähne von 3600, oder Viertel, quarts, von 900 Meter macht (Nr. 17 der Tabelle), gibt man die Anzahl Viertel und nöthigenfalls von Gebinden (sons) an, welche zusammen ein halbes Kilogramm wiegen. Hiernach meint man z. B. mit den Ausdrücken $^{8.6}/_4$ au ½ Kilo und $^{22}/_4$ au ½ Kilo Gespinnste, von welchen beziehungsweise 7740 und 19800

Meter auf 500 Gramm, also 11126 und 28464 W. Ellen auf 1 W. Pfund gehen. — Wieder andere Fabriken, welche 800 Meter lange Strähne haspeln (Nr. 18 der Tabelle), gebrauchen Nummern, durch welche sie die Anzahl solcher Strähne im Kilogramm (1000 Gramm) aussprechen; nach dieser Bezeichnung ist z. B. Nr. 60 au Kilo = 48000 Meter im Kilogr. = 34502 W. Ellen im W. Pfund. — Am besten ist die neuerlich oft vorkommende, von der veränderlichen Strähnlänge unabhängige Methode, geradezu anzugeben, wie viel Meter Fadenlänge ein Kilogramm enthält; z. B. 32000 oder 67000 mètres au Kilo (= 23000 oder 48160 W. Ellen im W. Pfund). Diese Bezeichnungsart ist auch in Belgien üblich.

## IV. Tuchweberei.

Das Tuch ist ein glattes, d. h. seiner Fädenverbindung nach leinwandartiges Gewebe, welches die eigenthümliche wollige oder vielmehr filzartige Decke, von welcher die Ketten- und Eintragfäden versteckt werden, nur erst durch das Walken erlangt. Hinsichtlich des Webens stimmt also die Verfertigung des Tuches wesentlich ganz mit jener der glatten Stoffe aus Baumwolle und Leinen überein, und dem eigentlichen Tuche sind in dieser Beziehung die sogenannten tuchartigen Wollenzeuge gleich zu stellen, deren mehr oder weniger abweichende Beschaffenheit durch Auswahl der Wolle, verschiedene Feinheit des Gespinnstes, mehr oder weniger dichtes Gewebe, stärkere oder schwächere Walke und mannigfaltig modifizirte Appretur (namentlich in Ansehung des Rauhens und Scheerens) entsteht: es gehören dahin Dreiviertel-Tuch oder Brasil, Fries oder Coating, Kirsey, Molton, Boi, Flanell, Lama 2c. Ein Fabrikat besonderer Art ist das zu dicken Winterkleidern dienende Doppeltuch, bestehend aus zwei auf einandee liegenden, schon durch das Weben, noch mehr durch die Filzung in der Walke, mit einander verbundenen Tuchschichten, von welchen die obere feiner und oft sogar von anderer Farbe ist, als die untere, welche Letztere man auch wohl stark aufrauht, um den Stoff wärmender zu machen. Manche streichwollene mehr oder minder tuchähnliche Stoffe werden mit einem Köper gewebt, wodurch man bald eine

weichere, geschmeidigere Beschaffenheit, bald umgekehrt (bei sehr dicht gestellter Kette und fest an einander geschlagenem Einschusse) eine besondere Dicke und Schwere zu erreichen beabsichtigt: Köpertuch oder Drap, Köper-Coating, Düffel, Kalmuk oder Sibirienne, geköperter Molton, Papiermacher-Filz (Bd. X, S. 503), Kasimir, Köper-Brasil, Cirkassienne, Köper-Flanell, Köper-Lama u. a. m.

Auch auf gestreifte und kleingemusterte Zeuge erstreckt sich die Verarbeitung der Streichwollgarne, wovon der unter dem Namen Buckskin so gangbare Beinkleiderstoff, die gemusterten Lama und das dem baumwollenen Piqué gewisser Maßen nachgebildete gemusterte Doppeltuch Beispiele geben. Gewisse Artikel, welche nicht der stärksten Walke und Verfilzung bedürfen, sind öfters nur im Einschusse Streichwollgarn, während die Kette aus Fäden von Gespinnsten anderer Art gebildet wird, namentlich aus Kammwollgarn bei manchem Kasimir und den besten Sorten Flanell; aus Baumwollgarn beim halbwollenen Tuche, bei geringem Kasimir und Flanell, vielen Buckskins; sogar aus Florettseidengespinnst manchmal beim Flanell. Was den Bau und die Vorrichtung der Webstühle sowohl zu eigentlichem Tuch, als zu tuchartigen Wollenzeugen — mögen diese nun rein Streichwolle oder mit anderem Material gemischt, glatt geköpert oder gemustert sein — betrifft, so bietet sich hierin wenig oder nichts besonders Eigenthümliches dar; es kann also hierüber auf den allgemeinen Artikel Weberei verwiesen werden.

Ueber die Verschiedenheit des zur Tuchweberei dienlichen Kettengarns von dem dazu angewendeten Einschlaggarne ist schon oben (am Schlusse des über die Spinnerei Gesagten) gesprochen worden. Daß der Schuß weicher, d. h. mit geringerem Drall gesponnen wird, als die Kette, ist ein durchgehends beobachteter Umstand; dagegen findet die, für eigentliches Tuch erfahrungsmäßig unerläßliche, entgegengesetzte Drehung des Schußgarns bei Stoffen, die eine schwächere Walke bekommen, weil sie einer starken Verfilzung nicht bedürfen, keineswegs eine allgemeine Anwendung; wo die Kette nicht aus Streichwollgarn besteht, tritt dieser Punkt ohnehin ganz außer Betrachtung, da alsdann von einer Verfilzung des Schusses mit der Kette keine Rede sein kann.

Der Regel nach sollen Kette und Einschuß in einem Stücke Tuch von gleicher Feinheit sein; aber oft sind sie verschieden, und meist ist alsdann die Kette, seltener der Eintrag, etwas feiner (z. B. 6stückiges Garn zur Kette, 5stückiges zum Einschlage, oder 5stückige Kette und 4stückiger Schuß). Die Einschlagfäden kommen gedrängter zu liegen, als die Kettenfäden, so daß regelmäßig nahe 3 Pfund Schuß gegen 2 Pfund Kette aufgehen, oder das Gewebe zu drei Fünftel seines Gewichts aus Einschußgarn und zu zwei Fünftel aus Kettengarn besteht. Schon durch die höhere Feinheit der Kette wird ein geringerer Verbrauch an Kettengarn (dem Gewichte nach) herbeigeführt; aber aus den beispielweise angeführten Zahlen ist zu entnehmen, daß das Mehrgewicht des Schusses in größerem Verhältnisse eintritt. Verhält sich in einem Falle die Feinheit der Kette zu jener des Schusses wie 6 zu 5, der Verbrauch an Beiden aber wie 2 zu 3; so ist leicht zu berechnen, daß im Gewebe 5 Schußfäden auf einem Raume zu liegen kommen, welcher eben so groß ist, als der, den 4 Kettenfäden einnehmen. Zu Fries gebraucht man gewöhnlich Ketten- und Schußgarn von gleichem Feinheitsgrade, aber auch hier gehen 5 Pfund Schuß gegen 4 Pfd. Kette, ja oft — namentlich beim Köper-Coating — 3 Pfund Schuß gegen 2 Pfund Kette auf, wonach im letztern Falle 3 Schußfäden gleichen Raum mit 2 Kettenfäden einnehmen. Durch die Walke ändert sich zwar dieses Verhältniß, da hierbei im Allgemeinen die Waare nach der Längenrichtung weniger als nach der Breitenrichtung einschrumpft; doch liegen meist auch nachher noch die Fäden des Schusses wenigstens eben so dicht an einander, als jene der Kette. Köpertuch pflegt in der Kette sehr hoch gestellt (fädenreich) zu sein, und wird beim Weben bald mehr bald weniger stark geschlagen; zum Schusse wird dabei feineres Garn genommen als zur Kette, und es geht aus diesen Gründen bei den schwersten Sorten an Kette nicht nur eine eben so große, sondern selbst eine etwas größere Pfundezahl auf, als an Einschuß.

Die Kettenfäden zu den L e i s t e n (S a h l l e i s t e n, E g g e n) des Tuches sind jederzeit viel gröber als jene des Tuches selbst, und von schlechter Wolle, auch von Ziegen- oder Kuhhaar, gewöhnlich aus zwei Garnfäden gezwirnt. Die Fädenanzahl der

Tuchkette wird gewöhnlich nicht nach Gängen z. B. von 40 Fäden) wie in anderen Zweigen der Weberei, sondern nach Hunderten berechnet. Schmale Tuche erhalten 14 bis 22 Hundert Fäden, breite 24 bis 40, ja bis zu 48 Hundert, je nach Verschiedenheit der Breite, Schwere und Feinheit. Da die Qualität der Waare so außerordentlich verschieden ist, läßt sich hierüber keine Regel aufstellen; einige Beispiele mögen zu allgemeinen Anhaltspunkten genügen:

| Gattung der Waare. | Fädenanzahl in der Kette. | Feinheit des Garns, Wr. Ellen auf 1 Wien. Pfd.) | Breite der Kette, Wiener Ellen. | Breite der fert. Waare Wr. Ellen. |
|---|---|---|---|---|
| Tuch . . . . | 4000 | 13552 | 14 Viertel | 7 Viertel |
| » . . . . | 3600 | 11616 | $13^1/_2$ » | $6^1/_2$ » |
| » . . . . | 2800 | 9680 | $13^1/_2$ » | 7 » |
| » . . . . | 2400 | 7744 | $12^1/_2$ » | 6 » |
| Fries . . . . | 2200 | 7900 | 10 Viertel | 7 Viertel |
| » . . . . | 1800 | 6000 | $11^1/_4$ » | 6 » |
| » . . . . | 960 | 4560 | $7^1/_2$ » | $5^1/_4$ » |

Man bestimmt die Länge der Kette nach Schmitzen, 1. Schmitz = 4 Wiener Ellen in den österreichischen Fabriken, und schweift 16 oder auch 18 Schmitze (64 oder 72 Ellen) zu 2 Stück Tuch, bisweilen auch 36 Schmitze (144 Ellen) zu 4 Stücken. In den sächsischen Fabriken beträgt 1 Schmitz 8 Leipziger Ellen = 5.8 W. E. (in Hannover 8 hannov. = 6 W. E.), und es werden gewöhnlich 12 Schmitze oder 96 Ellen geschweift, welche 2 Stücke Tuch geben. Ein kleiner Theil der Kettenlänge webt sich immer ein; ein anderer muß als Trum im Geschirre und Blatte des Webstuhls zurückbleiben, damit eine neue Kette angedreht werden kann: so daß man z. B. aus einer Kette von 64 Ellen zwei Stücke rohes Gewebe (Loden), jedes von 31 Ellen (statt 32) erhält. Der festgesetzten Länge eines Schmitzes ist der Umfang des Schweifrahmens gleich; so viel Schmitze also geschweift werden sollen, so viel Umgänge macht die Kette um den Schweifrahmen. Das Ende jedes Schmitzes wird mit einem Röthel-Striche oder einem eingebundenen Faden auf der Kette bezeichnet, und der Weber bekommt hierdurch eine Richtschnur für

die Vertheilung des Einschlaggarns, damit er in jeden Schmitz gleich viel Garn einschießt. Nach dem Herabnehmen vom Schweifrahmen, und vor dem Aufbäumen, wird die Kette durch schwaches lauwarmes Leimwasser (2½ bis 3 Pfund trockener Tischlerleim auf 24 Pfund Garn) gezogen und auf Stangen hängend, oder gerade aufgespannt, oder auf einem großen liegenden Haspel in Schraubengängen oder in einer Spirale *) aufgewickelt wieder getrocknet: hierdurch erlangen die Fäden größere Festigkeit, womit sie der beim Weben eintretenden Anspannung und Reibung besser widerstehen. Das Einschlaggarn wird auf die Schützenspulen aufgespult — wenn man nicht die von der Spinnmaschine abgenommenen Kötzer ohne Weiteres direkt in die Schütze legt — und naß verwebt, weil es in diesem Zustande mehr Geschmeidigkeit hat und dem Schlage der Lade besser nachgibt.

Man benennt die Breite des Tuches nach Vierteln (d. h. Viertel-Ellen), und mißt hierbei die Leisten nicht mit. Ein Tuch, das nach der Appretur $^{8}/_{4}$ breit sein soll, muß auf dem Stuhle wenigstens 13½ Viertel bis $^{14}/_{4}$ und öfters sogar $^{17}/_{4}$ Breite haben. $^{12}/_{4}$, $^{13}/_{4}$, $^{14}/_{4}$ Wiener Maß sind die gewöhnlichsten Breiten, in welchen die Tuche gewebt werden. Die Kette zu den Leisten bäumt man am besten nicht mit auf dem Kettenbaume, sondern auf zwei besonderen Rollen auf, weil sie von der Tuchkette zu sehr durch ihre Dicke und die Beschaffenheit des Materials verschieden sind. Die Länge der Leistenkette, so wie die Spannung, welche man ihr gibt, muß sich nach ihrem voraus erfahrungsmäßig bekannten Verhalten in der Walke richten, welches von der Natur der Wolle abhängt. Meistentheils verkürzen sich beim Walken die Leisten mehr als das Tuch, die Kette zu Ersteren wird daher gewöhnlich etwas länger (z. B. 73 oder 73½, manchmal bis 78, Ellen auf 72 Ellen Tuchkette) geschweift und schwächer angespannt, damit nach dem Walken das Tuch und die Leisten möglichst gleich lang sind. Wird dieser Zweck nicht im beabsichtigten Maße erreicht, so macht Eins von Beiden Falten, die durch ge-

*) Beschreibung und Abbildung einer solchen Vorrichtung findet sich in den Jahrbüchern des polytechnischen Instituts zu Wien, Bd. III. 1822, S. 472; Dinglers polytechn. Journal, Bd. IV., S. 63.

waltsames Recken nicht immer ohne Schaden entfernt werden können.

Ein Arbeiter webt auf dem Tuchmacher-Stuhle mit der Schnellschütze $2^1/_2$, 3, 4, höchstens 5 W. Ellen des Tages, je nach der Feinheit und Schwere des Tuches. Er kann, wenn auf jeden Schußfaden Ein Mal mit der Lade geschlagen wird, 30 bis 40 Mal, — wenn zwei Mal geschlagen wird, nur 22 bis 30 Mal in 1 Minute einschießen; doch giebt dieß keine unmittelbare Grundlage zur Berechnung der täglichen Leistung, da bei einer so breiten Kette fast alle Augenblicke kleine Arbeitsunterbrechungen vorfallen. — Kraftstühle scheinen in Deutschland bis jetzt nicht mit Vortheil zur Tuchweberei angewendet worden zu seyn, obwohl man sie hin und wieder versucht hat; in England sind sie dagegen sehr gebräuchlich. Von einem solchen Stuhle wurde angegeben, daß er eine 60 berliner Ellen (= $51^1/_3$ W. E.) lange Kette aus 5stückigem Garn preußischer Haspelung (11000 W. E. auf 1 W. Pfd.), welche 2600 bis 2800 Fäden enthielt und zu 8 Berliner (fast 7 Wiener) Viertel breitem Tuche bestimmt war, — also wohl 13 Wiener Viertel breit gewesen sein wird, — mit 4stückigem Schußgarn (8800 W. E. auf 1 W. Pfd.) 36 bis 40 Mal pr. Minute einschießend, in $7^1/_2$ Tagen aufarbeitete: dieß ergibt als tägliche Leistung $6^5/_6$ W. Ellen. — Ein anderer Kraftstuhl sollte 50 Mal in der Minute einschießen und in 12 Arbeitsstunden (bei 36 bis 40 Schußfäden auf 1 sächsischen, = 40 bis 44 auf 1 W. Zoll; Breite des Gewebes nicht angegeben) 20 bis 22 Leipziger Ellen, d. i. $14^1/_2$ bis 16 W. Ellen liefern. — Aus eigener Beobachtung kann angeführt werden, daß in der großen Tuchfabrik der Brüder Starkey zu Huddersfield in Yorkschire die Kraftstühle in 10 bis $10^1/_2$ Wiener Viertel breite Ketten 36 Mal pr. Minute einschießen, wobei jeder Stuhl einen Mann zur Bedienung hat.

## V. Walken.

Das zu Tuch bestimmte Gewebe führt in dem Zustande, worin es vom Webestuhl genommen wird, den Namen Loden; die Benennung Tuch kommt ihm erst nach dem Walken zu, wo es mit der charakteristischen Filzdecke versehen erscheint. Der Lo-

den ist ein dem vollendeten Tuche im Ansehen so unähnlicher Stoff, daß ein nicht Unterrichteter die so nahe Verwandschaft Beider niemals vermuthen würde. Die Ketten- und Eintragfäden liegen darin auf beiden Flächen so offen und unbedeckt wie in grober Leinwand; die Farbe ist (wenn nicht die Wolle von Natur farbig war oder vor dem Spinnen gefärbt wurde) ein unreines gelbliches Weiß, in Folge des der Wolle vor dem Kratzen beigebrachten Fettes, des Leimens der Kette und des zufälligen Schmutzes.

Die erste Behandlung, welcher der vom Stuhle genommene Loden unterworfen ist, ist das Noppen oder Belesen, welches den Zweck hat, alle durch Zufall in das Gewebe gekommenen fremdartigen Körper (Stroh- und Holzsplitterchen u. dgl.), erner die hervorstehenden Faden-Endchen, desgleichen die beim Anknüpfen gebrochener Fäden gemachten Knoten zu entfernen; auch an Punkten, wo kleine Löcher oder lose Stellen sich befinden, diesem Fehler durch Verschiebung einiger Fäden abzuhelfen. Alles dieß geschieht mittelst eines stählernen zugespitzten und mit einem pfriemenförmigen Stifte a versehenen Federzängelchens (Fig. 7, 8 auf Taf. 465 nach zwei Ansichten in halber Größe), Noppzange, Noppeisen genannt, von Arbeiterinnen (Nopperinnen), welche zu zwei, drei oder vier neben einander vor dem, in der Nähe eines Fensters, über einen schrägen pultartigen Tisch gehangenen Stücke sitzen und dasselbe genau durchsehen. Man nennt dieses erste Noppen im Besondern Fettnoppen, weil jetzt das Gewebe noch nicht durch das Waschen entfettet ist, und um es von dem später, nach dem Auswaschen so wie der gänzlichen Beendigung der Appretur, vorzunehmenden zweiten und dritten Noppen zu unterscheiden.

Nach dem Fettnoppen folgt das Waschen, Auswaschen, in einer der weiter unten zu erwähnenden Waschvorrichtungen, wodurch Fett, Leim und Schmutz aus dem Loden entfernt werden; dann das Walken (Dickwalken, Festwalken); endlich abermals ein Auswaschen, um die beim Walken zu Hülfe genommenen Substanzen (Seife, Urin ꝛc) fortzuschaffen. Zwischen dem ersten Auswaschen und dem Walken findet das Färben Statt, sofern nicht schon die Wolle vor der Verarbei-

tung gefärbt worden ist, oder erst später — nach dem Festwalken oder zweiten Waschen — die Stücke gefärbt werden sollen. (Man vergleiche, was an einer früheren Stelle dieses Artikels, S. 45) hierüber vorgekommen ist.

Oft wird das dem Walken vorausgehende Waschen unterlassen, der Loden im rohen unentfetteten Zustande gewalkt und nur zuletzt ausgewaschen. Daß bei diesem Verfahren die Waare derber (dichter) und sogar reiner ausfalle, wie manche Fabrikanten behaupten, ist kaum denkbar; vielmehr scheint die Natur der Sache mit sich zu bringen, daß Fett und Schmutz aus dem durch die Walke sehr verdichteten Stoffe schwieriger zu entfernen sein werden, als aus dem lockeren ungewalkten Loden.

Die nähere Betrachtung des Gegenstandes hat sich mit den zwei ihrem Zwecke und ihrer Ausführung nach verschiedenen Arbeiten des Waschens und des Festwalkens, so wie mit dem Aufrahmen Behufs der Trocknung, zu beschäftigen.

### a) Waschen.

Man bedient sich verschiedener Arten von **Waschmaschinen**, deren Hauptbestandtheile entweder Walzen oder Hämmer sind.

Eine **Walzenmaschine** stellt auf Taf. 464, Fig. 6 im Aufrisse und Fig. 7 im senkrechten Querdurchschnitte nach x y vor. Sie besteht aus zwei der Länge nach grob gefurchten (kannelirten) Walzen A, B, von welchen die obere auf der untern liegt, aber nur vermöge ihres eigenen Gewichtes darauf lastet, so daß sie von dem unter ihr durchgehenden Tuche nöthigen Falls gehoben werden kann, aber dann von selbst wieder sinkt, und also beständig einen gewissen Druck ausübt. Damit die Walzen ein gehöriges Gewicht erhalten (wovon ihre Wirkung wesentlich mit abhängt), macht man sie nicht nur von ansehnlichem Durchmesser (18 bis 21 Zoll), sondern konstruirt sie überdieß aus drei gußeisernen glattrandigen, in gleichen Abständen auf der eisernen Achse befestigten Rädern wie b, b, auf welchen ein Mantel von zwölf ausgelaugten Eichenholzstäben a, a mittelst Schraubbolzen befestigt wird; die Bolzenköpfe liegen in tiefen Löchern der Stäbe versenkt, welche darüber mit fest eingetriebenen hölzernen Pflöcken verstopft sind. Die Zapfen der Unterwalze haben

ihre Lager in den gußeisernen Seitenwänden C, C der Maschine; die der Oberwalze hingegen laufen in senkrechten Schlitzen des an jenen Wänden verbolzten Obergestells E, E, womit der Spielraum für die schon erwähnte Hebung und Senkung gegeben ist. Die $3\frac{1}{4}$ Fuß betragende Länge der Walzen ist durch eine in der Mitte herumlaufende Furche in zwei Abtheilungen oder Bahnen getrennt (s. Fig. 6), von welchen jede ein Stück Tuch bearbeitet. Die Walze A empfängt drehende Bewegung durch einen um die Scheibe D gelegten Riemen ohne Ende; die obere geht vermöge der Reibung und des unvollkommenen Eingriffs der Kannelirungen ohne Weiteres mit.

Die Seitenwände C, C sind durch zehn lange schmiedeeiserne Schraubbolzen c, c, c mit einander verbunden; ein eben solcher Bolzen d hält das Obergestell EE fest zusammen. Auf der nach innen gekehrten Fläche enthält jede der Wände vom Gusse her zwei konzentrische Nuthen, welche etwas mehr als die Hälfte eines Kreises bilden; in diese Nuthen greifen die Hirnenden der aus Bohlen von Kiefernholz mittelst Nuth und Feder wasserdicht zusammengefügten Tröge M und O O ein. Von diesen hat Ersterer ein mit Hahn versehenes Entleerungsrohr K, Letzterer ein ähnliches L. Innerhalb des kleinen Troges M befindet sich die Walze A, in dem größern O O liegt das Tuch, welches in Fig. 7 durch eine punktirte Linie angedeutet ist. Nachdem man das eine Ende des Stückes über die hölzerne Leitwalze F heraufgeführt, zwischen den gefurchten Walzen A, B durchgesteckt und auf eine zweite glatte Holzwalze G gelegt hat, vereinigt man beide Enden durch flüchtiges Zusammenheften, damit das Stück ohne Unterbrechung den Kreislauf durch die Maschine machen kann. Jedes der zwei zur Bearbeitung eingebrachten Tuch-Stücke wird der Breite nach unregelmäßig zusammengefaltet oder etwas zusammengedreht, und bildet so einen lockeren dicken Körper, welcher von den Walzen A, B gepreßt, gequetscht und in gewissem Grade gerieben wird. Die Leitungswalze F lagert in den Seitenwänden C, C, die Walze G in dem Obergestelle E, E, wie man aus Fig. 7 genügend entnehmen kann; die Erstere empfängt keine selbstständige Bewegung; hingegen wird G mittelst einer Scheibe N auf ihrer eigenen Achse und einer größeren Scheibe H

auf der Achse der Walze A durch einen Riemen umgedreht. Indem A 20 Zoll, H 22, G 7½ und N nur 7 Zoll Durchmesser hat, bewegt sich der Umkreis der Walze G in dem Verhältnisse von 7 × 20 : 22 × 7.5, oder fast 1 : 1.18, schneller als jener der Waschwalzen A, B; daher spannt G beständig das Tuch an, und zieht es mit so großer Geschwindigkeit fort, als die Waschwalzen gestatten. Bei diesem Fortschreiten fällt es von G wieder in den äußeren Trog O hinab, um neuerdings über die Leitwalze F dem von A, B ausgeübten Zuge zu folgen. Der Trog O wird mit der zur Reinigung angewendeten Flüssigkeit versehen, mit welcher daher das Tuch durchnäßt ist. Der Druck und die Reibung, welche Letzteres zwischen den Walzen A, B erleidet, bewirkt die Lösung der Unreinigkeiten, worauf diese von der Flüssigkeit fortgeschwemmt werden. Die dabei ausgepreßte Flüssigkeit fällt in den innern Trog M, und gelangt nach Erforderniß entweder über den Rand desselben wieder in den äußern Trog O, oder wird durch den geöffneten Hahn K gänzlich weggeleitet. Als Reinigungsmittels bedient man sich anfangs einer Mischung von gefaultem Urin, Seife und Wasser, mit oder ohne Zusatz von Walkerde oder Schweinekoth, die man beständig wieder in den äußeren Trog zurückfließen läßt; späterhin und bis zu Ende des reinen Wassers, welches durch ein Rohr in den äußern Trog stetig zugeleitet wird und, mit den aufgenommenen Schmutztheilen beladen, aus dem innern Troge durch das Rohr K wegläuft. Zwei Stücke Tuch, die zugleich in Arbeit sind, erfordern 2 bis 4 Stunden, auch wohl längere Zeit, von Anfang der Behandlung bis zu vollendetem Reinwaschen, welches dann eingetreten ist, wenn das Wasser aus dem Rohre K ganz schmutzfrei zum Vorschein kommt. Wenn den Walzen A, B die zweckmäßige Geschwindigkeit von 60 Umdrehungen in 1 Minute gegeben wird, erfordert die Maschine 1 Pferdekraft zum Betriebe.

Abänderungen im Baue der Walzenwaschmaschinen kommen mancherlei vor. So wird öfters die Flüssigkeit im äußeren Troge durch ein in demselben liegendes Dampfrohr erwärmt; die Waschwalzen macht man zuweilen nicht gefurcht, sondern glatt, in welchem Falle sie jedoch etwas langsamer reinigen; man bringt auch statt zweier Waschwalzen deren drei an (zwei unten und et-

was von einander entfernt, die dritte auf und zwischen diesen*); modifizirt die Form der Tröge und versieht dieselben mit Schiebern zur Entleerung (statt der Hähne); ꝛc. —

Die Waschmaschinen (Waschmühlen) mit Hämmern, in welchen man ebenfalls die schon oben genannten Substanzen zur Reinigung des Tuches anwendet, sind in den Hauptpunkten mit den Hammer-Walkmühlen übereinstimmend gebaut und gewöhnlich neben diesen in dem nämlichen Gestelle angelegt; aber ihre Hämmer (Waschhämmer) sind von geringerem Gewichte als die Walkhämmer, und zugleich so angeordnet, daß sie einen gelindern Stoß ausüben, hingegen das Tuch schneller umtreiben oder wenden. Das Nähere über Waschmaschinen mit Hämmern wird der Artikel Walkmühle enthalten.

Das Waschen des Lodens vor der Walke kann durch Benutzung von Wasserdampf sehr beschleunigt werden. Man wäscht zu diesem Behufe zuerst mittelst lauwarmen Wassers den Leim heraus, bringt dann den Loden, mit in Wasser zerrührter Walkerde, oder mit Urin und Schweinekoth, oder mit schwacher Sodaauflösung, Walkerde und Kleie imprägnirt, auf einige Minuten in einen verschlossenen Dampfkasten, und spült ihn endlich mit reinem Wasser in der Walzenwaschmaschine. — Waare, wozu die Wolle mit Oelsäure gefettet wurde, ist äußerst leicht mittelst schwacher Sodaauflösung rein zu waschen; man muß sich aber in diesem Falle wie überhaupt hüten, den Loden vor der Walke gänzlich zu entfetten, weil ein geringer Rückhalt von Fettigkeit erfahrungsmäßig das Festwalken befördert.

Nach dem Auswaschen des Lodens, und bevor man zum Festwalken schreitet, werden die Stücke auf stehenden Rahmen ausgespannt getrocknet, dann zum zweiten Male genoppt, nämlich genau durchgesehen, und von allen noch vorhandenen fremdartigen Theilen, welche früher übersehen worden, oder erst beim Waschen hervorgetreten sein mögen, mittelst des Noppeisens gereinigt. Man nennt dieß das Noppen aus der Wäsche.

Das Auswaschen nach der Walke geschieht oft in der Walk-

*) Eine Waschmaschine mit drei Walzen ist beschrieben und abgebildet in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen. VII Jahrgang. 1828, Seite 132.

mühle selbst, indem man zum Beschluß der Arbeit einige Zeit lang reines Wasser zuleitet, welches durch eine während des Festwalkens verstopft gewesene Oeffnung wieder abfließt und die Unreinigkeiten mitnimmt. Ist der Loden ungewaschen in die Walke gekommen, so kann dieses Waschen 6 bis 12 Stunden in Anspruch nehmen; im entgegengesetzten Falle nur 1 bis 2 Stunden. Besser ist es aber, das gehörig festgewalkte Tuch aus der Walkmaschine zu nehmen und unter den schon erwähnten leichten Waschhämmern (welche eben so einen Zu- und Abfluß für das Wasser haben), oder in der Walzenwaschmaschine zu reinigen. Das gewaschene Tuch wird endlich auf Rahmen zum Trocknen aufgespannt, und dabei zu gleichmäßiger bestimmter Länge und Breite ausgedehnt (gereckt). Das Recken soll, streng genommen, nicht mehr betragen als nöthig ist, um alle Falten und Runzeln auszuziehen und die beim Walken unvermeidlichen kleinen Ungleichheiten der Länge und Breite zu entfernen. Zu stark gerecktes Tuch läuft bei späterem Naßwerden übermäßig ein, und ist als ein betrüglich behandeltes Fabrikat anzusehen.

### b) Festwalken.

Durch das Walken (die Walke) beabsichtigt man eine Verfilzung der Wollhärchen auf beiden Oberflächen des Tuches, welche dadurch die das Gewebe selbst verbergende Filzbekleidung (Decke genannt) erhalten. Mit dieser Veränderung ist eine sehr beträchtliche Verminderung der Länge und Breite des Tuches, also eine entsprechende Vermehrung der Dichtigkeit, verbunden (das Einwalken, Einlaufen oder Krimpen in der Walke). Das Tuch walkt mehr oder weniger ein, je nachdem es loser oder schwerer gewebt ist und die Walke längere oder kürzere Zeit fortgesetzt wird. Gute Tuche werden so stark gewalkt, daß sie in der Länge etwa 25 bis 36, in der Breite 45 bis 52 Prozent des Loden-Maßes verlieren. Gewöhnlich ist nämlich das Einlaufen in der Breite beträchtlicher als in der Länge, weil der lockerer gesponnene Einschlagfaden eine größere Krimpkraft hat. Ein Stück Tuch z. B., welches als 31 Ellen langer und 14 Viertel breiter Loden vom Webstuhle kommt, ist nach dem Walken und Appre-

tiren nur noch $19\frac{1}{2}$ bis $20\frac{1}{2}$ Ellen lang und 7 bis $7\frac{1}{2}$ Viertel breit. Andere tuchartige Wollenstoffe erhalten eine schwächere Walke und krimpen demnach auch weniger; so z. B. Fries (Coating) $10\frac{1}{2}$ bis 15 Prozent in der Länge und 30 bis 42 Pr. in der Breite; Sibirienne oder Düffel 17 bis 24 Pr. in der Länge und 44 bis 47 Pr. in der Breite. Bei starkgewalkter Waare ist neben der äußerlichen (oberflächlichen) Filzbildung auch mehr oder weniger eine Zusammenfilzung der Ketten- und Schußfäden im Innern des Gewebes eingetreten; so daß man z. B. aus gutem Tuche die einzelnen Fäden nur schwer, und nicht anders als in kurzen Stückchen lostrennen kann. Die lockere, weiche Beschaffenheit des Garnes, woraus das Tuch gewebt wird; die mehr oder minder unregelmäßige, nicht gerade ausgestreckte Lage der Haare in dem Faden (welche in der Locke am ausgezeichnetsten sich offenbart, auch bei der Arbeitsmethode der Vorspinnkrempel mittelst Würgelapparat oder Röhren in gewissem Grade entsteht, und beim Spinnen sich nicht gänzlich verliert, da keine dem Strecken in der Baumwollspinnerei — Bd. I. S. 534 fg. — analoge Bearbeitung vorhergeht); die Kürze der Streichwolle, wovon in dem Garnfaden viele mehr oder weniger hervorstehende Haarenden die Folge sind; endlich die natürliche Kräuselung und größere Filzfähigkeit, welche zum Charakter der Streichwolle gehören: alle diese Umstände begünstigen die Filzbildung in bedeutendem Grade. Ein lange anhaltendes Kneten (Drücken und Schieben), gleichzeitig Nässe und ein gewisser Grad von Wärme, sind die Bedingungen eines gut von Statten gehenden Filzens, und werden vereinigt in den Walkmaschinen (der Walke) zur Anwendung gebracht, wovon man zwei Gattungen zu unterscheiden hat, nämlich Hammerwalken und Walzenwalken.

Da die ausführliche Beschreibung dieser Maschinen in dem besondern Artikel Walkmühle vorkommen wird, so soll gegenwärtig nur so viel in Kürze darüber gesagt werden, als zum Verständniß der Operation und zur Bewahrung des Zusammenhanges unserer Darstellung erforderlich ist.

Die Hammerwalke (Walkmühle, Dickmühle, Filzmühle, Lochwalke, Stockwalke) besteht aus schweren, an schrägen Stielen aufgehangenen, hölzernen Hämmern,

welche mittelst einer Daumenwelle gehoben werden und beim Niederfallen durch ihren Schlag das in einem offenen Behältnisse (Walkloch, Kump) liegende durchnäßte nnd zusammengefaltete Tuch quetschen und schieben, wodurch es sich zugleich regelmäßig umkehrt (wendet), damit die Bearbeitung aller seiner Theile in gleichem Maße Statt findet. Zwei Hämmer, welche im Hube abwechseln, arbeiten neben einander in einem Loche, und stehen sich gegenseitig so wie den Seitenwänden des Loches so nahe, als die nothwendige Freiheit der Bewegung nur irgend gestatten will. Das Tuch ist auf solche Weise in einem verhältnißmäßig engen Raume eingeschlossen, wird um so stärker gequetscht, zusammengedrückt und durch die dabei Statt findende Reibung erwärmt. In ein Walkloch kommen meist zwei Stücke Loden, welche zusammen 40 bis 80 Pfund wiegen, und mit Sorgfalt regelmäßig eingelegt werden.

Außer der mechanischen Einwirkung der Hämmer sind, wie bereits erwähnt, Nässe und Wärme diejenigen Agentien, durch deren Zusammenfluß der Zweck des Walkens erreicht wird. Rücksichtlich Benutzung der Wärme unterscheidet man zwei Methoden, nämlich das Kaltwalken und Warmwalken. Bei Ersterem begnügt man sich mit der mäßigen Wärme-Entwickelung, welche die Hämmer durch ihr Drücken und Stoßen im Tuche hervorbringen, sucht aber dieselbe durch möglichst enge Walklöcher (s. oben) und eine angemessene Geschwindigkeit der Hämmer zu befördern. Beim Warmwalken erzeugt man einen höhern Wärmegrad durch Zugießen von heißem Wasser oder Einleitung von Wasserdampf in die Walklöcher. Die kalte Walke geht langsamer aber gleichmäßiger von Statten, und ist leichter zu regieren; die warme Walke verläuft in kürzerer Zeit, wirkt aber oft ungleich stark auf verschiedene Theile des Tuchs, erfordert daher eine strengere Beaufsichtigung, filzt auch schnell oberflächlich und verschafft dadurch dem Tuche das Ansehen einer vollendeten Walke, ohne ihm die rechte Festigkeit und Haltbarkeit zu geben: Erstere ist daher für werthhafte Waare unbedingt vorzuziehen.

Zum Durchnässen des Tuches in der Walke wirkt reines Wasser in sofern nicht hinlänglich, als es die Wollfaser nicht in dem Grade erweicht, wie zur guten Filzung erforderlich ist. Al-

kalische Flüssigkeiten üben eine kräftigere Wirkung in dieser Hinsicht aus. Man gibt daher gefaulten Urin, in welchem Seife (gewöhnlich Talgseife, zu den feinsten Tuchen sogar Baumölseife, Schmierseife nur beim Walken ordinärer Waaren) aufgelöst ist, zu dem Tuche in die Walklöcher, und setzt von dieser Flüssigkeit auch späterhin nöthigen Falls (wenn das Tuch sich zu trocken zeigt) noch zu. Andere wenden anfangs nur (gefaulten) Urin, und später eine Auflösung von Seife in Wasser an. Im Allgemeinen rechnet man auf 100 Pfund Tuch einen Verbrauch von 15 bis 20 Pfund Seife. Bei der warmen Walke mittelst Dampf soll aller Zusatz von Seife oder Urin entbehrlich seyn. — Die Seife wirkt nicht nur erweichend und entfettend, sondern auch in der Hinsicht nützlich, daß sie das Tuch schlüpfrig macht, hiermit aber das Durchkneten und Wenden desselben erleichtert. Gleichen Erfolg erreicht man bei Anwendung der Walkerde, durch welche daher — so wie bei grober Waare durch gewöhnlichen fetten sandfreien Töpferthon — die Seife ganz oder zum Theil ersetzt werden kann, indem man sie mit Wasser oder gefaultem Urin zu einem dünnen Brei anmacht, diesen durch ein Sieb gießt und an das Tuch bringt. Man bereitet auch wohl eine eigene Walkseife in den Seifenfabriken selbst, durch Einrühren in Wasser zertheilter Walkerde in den fertig gekochten Seifenleim, bevor derselbe in die Formen gefüllt wird. Die Walkerde greift die Farben nicht an, ist deshalb beim Walken halbecht gefärbter Tuche der Seife vorzuziehen. Andere Surrogate der Seife, die zuweilen angewendet werden, sind Schweinkoth mit gefaultem Urin verdünnt, Leinsamenschleim, Mehl. Baumöhl setzt man öfters der Seife beim Walken feiner Tuche zu, namentlich wenn die Entfettung beim vorausgegangenen Waschen zu weit getrieben wurde. Pottasche und Sodaauflösung sind durchaus verwerflich, da sie die Wolle angreifen.

Im Allgemeinen ist das Verfahren beim Walken folgendes: Nach dem ersten Einlegen des Tuches läßt man die Walke 20 bis 30 Minuten gehen; nimmt dann das Tuch heraus, reckt (richtet) es aus, d. h. zieht es auseinander und besieht es; bringt es, anders zusammengefaltet, wieder mit Seife und Urin in das Walkloch; und wiederholt das Ausrichten von 2 zu 2 Stun-

den, bis in dem völlig gefilzten Ansehen und in dem gehörigen Betrage des Einwalkens die Vollendung der Arbeit erkannt wird. Ist die Walke beendigt, so gibt man wieder etwas Seife, nun aber in sehr viel Urin aufgelöst, daran, damit das Tuch steigt (sich auflockert und stark schäumt), und schreitet sodann zum Auswaschen, entweder in der Walke selbst oder in der Waschmaschine, worüber oben das Nöthige bereits angemerkt worden ist.

Die Dauer der Walke ist nach Beschaffenheit des Tuches (Feinheit, Schwere, Farbe, Qualität der Wolle ꝛc.) sehr verschieden; sie kann von 6 bis zu 24 oder 30 und selbst 40 Stunden währen. Weiße (ungefärbte) Tuche walken — alles Übrige gleich gesetzt — am schnellsten, hellfarbige langsamer; bronzefarbe und dunkelgrüne gehören zu jenen, welche am meisten Zeit erfordern. Gut gewalkte Waare muß unbeschädigt (ohne Löcher oder Risse) sich darstellen, Festigkeit und Dichtigkeit (den gehörigen Schluß) haben, ferner elastisch, im trockenen Zustande nicht ohne Anstrengung auszudehnen und derb, gewisser Maßen lederartig anzufühlen seyn, kein Licht durchscheinen und nicht zu leicht Wasser durchdringen lassen. Völlige Reinheit und gehörige Vollkommenheit der Filzdecke verstehen sich von selbst als Haupterfordernisse.

Die Hammerwalzen führen (nach ihren verschiedenen Konstruktionen allerdings mehr oder minder) folgende Unvollkommenheiten mit sich: 1. daß sie bei ihrem Gange bedeutende Erschütterungen verursachen, welche dem Gebäude nachtheilig werden können, oder wenigstens zur Aufstellung Fundamente nöthig machen, und dieselbe nicht in jedem Lokale zulassen; 2. daß sie nicht rasch genug wirken; 3. daß durch die Nässe leicht ein Verziehen der Hämmer und anderer Bestandtheile eintritt, wodurch die Hämmer aus ihrer richtigen Lage kommen; 4. daß sie nicht selten Beschädigungen der Waare veranlassen. Diese Übelstände sind bei den neuerlich erfundenen Walzenwalken beseitigt, welche größtentheils durch Druck, nur nebenbei durch Schlag oder Stoß wirken, letzteres in viel geringerem Grade als eine Hammerwalke. Wie der Name anzeigt, sind die arbeitenden Hauptbestandtheile Walzen, welche einerseits zur Ausübung des Druckes, andererseits zur Hervorbringung einer stetigen zirkulirenden Bewegung des (an seinen Enden zusammen gehefteten) Tuches

dienen, wodurch dieses in allen seinen Theilen gleichmäßig und oft wiederholt der pressenden und schlagenden Einwirkung unterzogen wird. Der Erfahrung zufolge verbrauchen die Walzenwalken weniger Seife als die Hammerwalken; erfordern für gleiche Waare um ein Drittel bis um die Hälfte weniger Arbeitszeit; beschädigen weniger das Haar (die Wolle) des Tuches und erzeugen demnach eine schönere Filzdecke, welche nachher beim Rauhen weniger Wolle verliert; schlagen keine Löcher in das Tuch; verursachen keinen Lärmen und so wenig Erschütterung, daß sie in jedem Lokale aufgestellt werden können. Das Tuch geht auf der Walzenwalke um Etwas (etwa 3 bis 5 Prozent des Loden-Maßes) weniger in der Länge ein als durch die Hammerwalke; wird dagegen, bei gleicher Dichtigkeit, dünner. Einige Fabrikanten behaupten, daß zwar allerdings die Walzenwalke schneller arbeite als die Hammerwalke, Erstere aber nicht wohl sich eigne, um festgewalkte Waare (schweres Tuch) ganz fertig zu machen: solche müsse in der Hammerwalke nachgewalkt werden; dagegen Buckskins und dergleichen leichtere Fabrikate gänzlich in der Walzenwalke zu bearbeiten. Andere wiedersprechen Dem und versichern, daß die Walzenwalke allein selbst für schwere Tuche ausreiche. Thatsache ist, daß in mehreren Fabriken (namentlich auch großen englischen) Hammerwalken zur Vollendung der voraus in der Walzenwalke bearbeiteten Tuche angewendet werden.

### c) Aufrahmen.

Es ist bereits angeführt worden, daß nach dem Waschen — sowohl wenn dieses vor, als wenn es nach der Walke Statt gefunden hat — die Stücke zum Trocknen auf Rahmen gespannt und dabei gerade gezogen (gereckt) werden. Dieß ist es, was man unter Aufrahmen versteht. In dem aufgespannten Zustande trocknet nicht nur die Waare schneller, sondern es ist auch allein auf diesem Wege möglich, Falten, Runzeln und Beulen, sowie Ungleichheiten in Länge und Breite zu entfernen. Man hat Rahmen (Spannrahmen, Trockenrahmen, Tuchrahmen), die im Freien oder unter offenen Schoppen stehen, und solche, welche sich auf Trockenböden oder in heizbaren (manchmal bis zu 30, selbst 40° R. erwärmtem) Trockenstuben befinden, um

auch bei nasser Witterung oder im Winter gebraucht zu werden; künstliche Wärme wird übrigens, zur Beschleunigung des Trocknens, sehr oft selbst in solchen Fällen angewendet, wo der Zustand der Atmosphäre nicht gerade dazu nöthigt.

Die Einrichtung des gewöhnlichen einfachen Tuchrahmens ist auf Taf. 468, durch den Aufriß Fig 5 und den horizontalen Durchschnitt Fig. 6 erläutert. Er muß im Ganzen etwas länger sein, als ein Stück Tuch im ausgespannten Zustande, konnte daher nur zum Theile abgebildet werden; indessen wiederholen sich durch seine ganze Erstreckung die in den Zeichnungen angegebenen Bestandtheile. Hölzerne, vierkantige Ständer (Pfosten, Säulen) wie A, B, C, welche bei den im Freien stehenden Rahmen in die Erde eingesenkt, sonst auf Grundschwellen befestigt sind, stehen 6 bis 9 Fuß von einander entfernt, und werden oben durch einen Balken DE verbunden; jede Abtheilung des Rahmens zwischen zwei Ständern nennt man einen Schlag. Die Ständer oder Pfosten sind von a bis b mit einem senkrechten durch und durch gehenden Spalt versehen, und enthalten hier eine Anzahl gleichmäßig in zwei Reihen vertheilter runder Löcher, wie durch die kleinen Kreise in Fig. 5 angezeigt wird. Parallel zu DE gehen andere Balken, wie FG, HI, KL (Scheiden oder Spannbäume genannt) hin, welche auf- und nieder beweglich und neben jedem der Ständer durch ein Gelenk oder Charnier an einander gefügt sind. Zu diesem Behufe ist (Fig. 6) das einen Ständer treffende Ende jedes Spannbaumes gabelartig ausgeschnitten; zwischen die Schenkel m n desselben (von welchen m durch den Spalt des Ständers geht) tritt das zapfenförmig abgesetzte Ende o des nächsten Theiles ein, und durch alle drei ist ein Bolzen f gesteckt. Andere Bolzen wie g, g werden nach Erforderniß durch die Löcher der Ständer geschoben, um die Spannbäume FG, HI u. s. w. in einer bestimmten Lage zu erhalten. Zur Befestigung der Tuchränder sind auf dem Oberbalken DE bei d, d, auf dem ersten Pfosten A bei c, c und auf den Spannbäumen bei e, e, e kleine rechtwinkelig gebogene und scharfspitzige eiserne Häkchen (Klaviere genannt) in gerader Reihe etwa zwölf Zoll von einander entfernt, eingeschlagen. Die Natur der Sache bringt es mit sich, daß die Spitzen von d nach oben, jene von c horizontal nach auswärts, die von e nach unten gerichtet sein müssen.

Wird ein nasses Stück Tuch zu dem Rahmen gebracht, so sticht man es zuerst mit einem seiner Enden auf die Häkchen c c, mit dem andern Ende auf ähnliche Häkchen eines vertikal neben der letzten Säule des Rahmens angebrachten und an derselben durch einen Strick zu befestigenden Bretes, der Klavierplanke; dann halten mehrere in zweckmäßiger Entfernung aufgestellte Arbeiter das Tuch, während Andere die Klavierplanke mittelst ihres über eine Winde oder einem Flaschenzug geschlagenen Strickes scharf anziehen, und nach so erreichter genügender Längenspannung befestigen. Um die Ausspannung nach der Breite zu bewirken, werden ferner die Leisten des Stückes oben und unten auf die Häkchen d d, e e aufgestochen (was man anklavieren nennt), und endlich die Spannbäume kräftig niedergezogen. Dieß geschieht der Reihe nach bei allen Säulen A, B, C u. s. w., indem man (hinterhalb des Tuches) in eins der Löcher oberhalb des Spannbaumes einen Pflock oder Bolzen (Stellnagel) steckt, unter diesen — als Ruhepunkt — das Ende eines Hebels (des Breitbaums) stützt; auf den Spannbaum, nahe an der Säule ein Stück Holz (Stellkloz) legt; und auf Letzteres durch Niederziehen des Hebelendes den erforderlichen Druck ausübt. Diese ganze Anordnung ist durch punktirte Linien in Fig. 3, Taf. 467, angegeben, wo i den Stellnagel, h den Stellkloz und k den Breitbaum bezeichnet. Während der Druck und die durch ihn erzeugte Spannung des Tuches noch fortdauert, wird endlich dicht oberhalb des Spannbaumes in ein Loch der Säule der Bolzen g (Fig. 5, 6, Taf. 468) eingeschoben, welcher von nun an, und nachdem der Breitbaum entfernt ist, das Zurückweichen verhindert. An dem Rahmen ist das Maß für die den Stücken durch das Aufspannen zu gebende Länge und Breite vorgezeichnet, so daß hierin ohne besonderes Nachmessen das Richtige getroffen wird.

Man hat den Bau der Tuchrahmen verschiedentlich abgeändert, vorzugsweise in der Absicht, den dafür erforderlichen Raumbedarf zu vermindern, welcher besonders dann in Betracht kommt, wenn die Rahmen im Hause stehen*). So ist es schon sehr leicht,

*) Eiserne Tuchrahmen mit vervollkommnetem, aber freilich weit kostspieligerem, Mechanismus kommen zum Theil in englischen Fabriken vor; ein Beispiel gibt Dinglers polytechnisches Journal, Bd. 3, Jahrg. 1820, S. 257

die Länge des Rahmens auf die Hälfte zu reduziren, indem man ihn an einem seiner Enden mit einer senkrecht stehenden, um Zapfen drehbaren Walze versieht, über welche das Tuch von der Vorderseite herum auf die Rückseite geführt und auch hier den Rahmen entlang ausgespannt wird, wonach das Stück in zwei zu einander parallelen Ebenen sich befindet. Hierbei fällt augenscheinlich die Möglichkeit weg, die Spannbäume durch Hebeldruck herabzutreiben, weil man nicht in den Raum zwischen beiden Bahnen des Tuches gelangen kann; man befestigt demnach Seile an den Spannbäumen, und läßt diese hinab reichen bis zu horizontalen mit Kurbel und Sperr-Rad versehenen Walzen, durch deren Umdrehung die Seile sich aufwickeln und die Anspannung des Tuches nach seiner Breitenrichtung zu Stande gebracht wird. Mehrere solche Rahmen können neben einander stehen, mit eisernen Rädern auf eisernen Gleisschienen laufen, und mittelst dieser Vorrichtung in eine Trockenkammer eingeschoben werden, welche an einen Schoppen stößt, unter dem vorher das Anklavieren geschieht. Abbildung eines solchen Apparates findet sich in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, X. Jahrgang, 1831, S. 298.

Derselben Quelle (S. 297) entnehmen wir folgenden von Queva in Berlin erfundenen gebrochenen Tuchrahmen, welcher auf unserer Tafel 467, Fig. 3 im Aufrisse, Fig. 4 im horizontalen Durchschnitte vorgestellt ist, mit Hinweglassung einiger in den gedachten Verhandlungen anzutreffender Detailzeichnungen. Es ist dies ein nach gewöhnlicher Art eingerichteter, aber nicht in einer einzigen geraden Linie sich erstreckender, sondern gebrochener und in einer Art Spirale mit rechtwinkeligen Ecken angeordneter Rahmen. A, B, C, D, ..... bis Y sind die Säulen oder Ständer. An den Ecken, wo das Tuch sich wenden muß, befinden sich stehende Walzen Z, Z, oben und unten mit Zapfen im Gestelle sich drehend, mit eisernen Ringen beschlagen, an welchen das Tuch liegt. Die Höhe des Zimmers vom Fußboden de bis zur Decke fg beträgt nahe an 13 Fuß, wodurch es möglich geworden ist, nach Ausweis der Fig. 3, zwei Rahmen über einander anzubringen. Dieß ist der Heizung wegen vortheilhaft, jedoch nur zufällig. Mit c, c sind die Oeffnun-

gen des Zimmerbodens, durch welche die warme Luft aus einem im Keller angelegten Heizraume eintritt; zum Abzug der kalten Luft und des Wasserdunstes sind andere Oeffnungen angebracht. Bei a, a sieht man die unbeweglichen Horizontalbalken des obern, und bei a′, a′ jene des untern Rahmens; bei b, b und b′, b′ die dazu gehörigen Spannbäume; h, i, k ist die schon erklärte Vorrichtung zum Niederdrücken der Spannbäume. Der gebrochene Rahmen von der auf der Kupfertafel gezeichneten Größe hat zwar eine Länge, daß daran 48 Wiener Ellen Tuch (auf zwei Rahmen über einander 96 Ellen) angeschlagen werden können; er ist aber doch in einem Zimmer von nur 24 Fuß Länge und 18 Fuß Breite aufzustellen, und läßt dabei an den Außenseiten wie im Innern seiner Windungen so viel Zwischenraum (2 Fuß), daß die Arbeiter mit Bequemlichkeit bei ihrem Geschäfte sich bewegen können.

Den Tuchrahmen in allen ihren bisher erwähnten Abänderungen fallen nebst der großen dazu erforderlichen Räumlichkeit noch einige andere Uebelstände zur Last. Sie erfordern viele Hände zur Bedienung, nämlich beim Aufrahmen eines Stückes Tuch gewöhnlich 6 bis 10 Personen zugleich. Stehen sie im Freien, so muß oft bei eintretendem starken Regen das Tuch halbtrocken abgenommen, dann später vom Neuen wieder aufgerahmt werden; auch ist dasselbe den Beschädigungen durch plötzliche Windstöße und durch starken Sonnenschein (welcher nachtheilig auf viele Farben wirkt) ausgesetzt. Stellt man hingegen die Rahmen in Trockenstuben, so verursachen diese, bei ihrer unvermeidlichen Größe, durch Bau und Heizung unverhältnißmäßige Kosten. Die Spannung in der Längenrichtung bewirkt — da sie durch Ziehen an Einem Ende hervorgebracht wird — eine ungleiche Ausdehnung des Tuches (die geringste an dem Ende wo das Anschlagen beginnt, eine größere in der Nähe des anderen Endes, und die größte in der Mitte), folglich eine ungleiche Dicke und Dichtigkeit an verschiedenen Stellen. Die Spannung in der Breite geschieht ruck- oder stoßweise, kann demnach auch nicht wohl eine ganz gleichförmige Ausdehnung zur Folge haben, und führt zuweilen Risse herbei. Um alle diese Unvollkommenheiten zu vermeiden, hat man haspelähnliche Vorrichtun-

gen erfunden, auf welchen das Tuch in einer Art Spirale innerhalb sehr geringen Raumes aufgespannt und mittelst künstlich erregten Luftzuges schnell getrocknet wird. Ein solcher Apparat ist der in Belgien von Lacambre und Persac erfundene, nach drei verschiedenen Aufrissen in Fig. 1, 2, 3, Taf. 468, abgebildete. Er besteht hauptsächlich aus zwei sechsseitigen scheibenförmigen Gerippen AA mit den Häkchen zum Anhängen der Tuchleisten; einem Baume B, auf welchem das Tuch vor dem Einspannen aufgerollt wird; einer Walze C, welche in Verbindung mit einer daran liegenden Bürste D das von eben erwähntem Baume ablaufende Tuch glättet und in der Längenrichtung anspannt; einem Windrade V, V, durch dessen schnelle Umdrehung der das Trocknen befördernde Luftzug erzeugt wird; endlich einer eigenthümlich gebauten Achse A′ A′ (besonders gezeichnet in Fig. 4) und gußeisernen Gestellen C′, C′, von welchen das Ganze getragen wird.

Die zuerst erwähnten scheibenförmigen Gerippe AA sind parallel zu einander auf der Achse A′A′ angebracht, das dem Windrade V zunächst befindliche fest mit der Achse verbunden, das andere so, daß es nur mit der Achse zugleich sich drehen, aber längs derselben sich verschieben kann. Zu letzterem Behufe springt von der Achse eine Leiste vor, welche von einer Nuth im Nabenloche des Gerippes eingreift. Jedes der Gerippe besteht aus einer kleinen gußeisernen Scheibe EE, an welcher sechs schmiedeiserne Arme oder Speichen F, F befestigt sind. Vom Umfange der Scheibe E an sind die Arme gabelförmig gespalten oder bilden zwei parallel laufende Stangen; sie nehmen zwischen sich die schmiedeisernen Stäbe G, G auf, welche mit den Häkchen H besetzt, und an den Speichen mittelst Bolzen b, b und in den Gabelspalten liegender Klötzchen X, X befestigt sind. Diese Stäbe G bilden vermöge ihrer Anordnung eine zusammenhängende Spirale mit sechseckigen Windungen, wie die Fig. 2 und 3 zu erkennen geben. Die Klötzchen X, welche die Schenkel der gabelförmigen Speichen aus einander halten, haben zugleich den Zweck, als Auflager für die horizontalen Schmiedeisenschienen M, M zu dienen, auf welche das Tuch gelegt wird, damit dieses ebenfalls eine Spi-

rale der schon erwähnten Art mit gehörig von einander entfernten Windungen bildet. Die Schienen M, von rechteckigem Querschnitte, können leicht herausgezogen und wieder eingeschoben werden, und erhalten — gehörig an ihren Platz gebracht — eine feste Lage (Unverschiebbarkeit in ihrer Längenrichtung) dadurch, daß sie mit einer Kerbe versehen sind, welche ein wenig über die Klötzchen X in dem dem Windrade V benachbarten Gerippe A greift, während auf den Klötzchen des andern Gerippes die Schienen nur flach aufliegen, so daß eine Ortsveränderung dieses Gerippes auf der Achse A′ nicht verhindert wird.

Der Tuchbaum B ist ein Zylinder von Holz und zwischen Spitzenschrauben V″, V″ drehbar gelagert, so daß er, von Tuch leer geworden, schnell herausgenommen und gegen einen andern, mit Tuch bewickelten, ausgewechselt werden kann. Die kleinere Walze C hat einen Ueberzug von grobem Tuch, und bildet mit der entsprechend konkav geformten Bürste D — indem Beide das Tuch nur mit Widerstand zwischen sich durchlassen — eine Bremse zur Anspannung des Tuchs, während dieses in der Spirale aufgerollt wird. Die Bürste ist durch Arme P, P, P mit einer dünnen eisernen Welle a′ verbunden, deren mit Gewichten p beschwerte Hebelarme L den Druck von D gegen C erzeugen. Lüftet man diese Hebel, so entfernt sich die Bürste von der Walze und das Tuch kann dann leicht zwischen Beide eingebracht werden. Je weiter man die Gewichte p an den Hebeln herausschiebt, desto schärfer wird das Tuch zurückgehalten und angespannt.

Das Windrad V V, Fig. 1, besteht aus vier ebenen Flügeln, deren Arme auf einer gußeisernen Hülse T sitzen, mittelst welcher sich das Ganze frei um die Welle A′ A′ drehen kann; zur Bewegung des Windrades dient eine eigene, mit der Hülse T in Einem Stücke gegossene Riemenscheibe Q. Wie schon bemerkt, dient dieses Windrad zum Trocknen des Tuches, wobei es auf folgende Weise thätig ist: Das unmittelbar neben ihm befindliche Speichengerippe A A ist in der Nähe seiner Mitte offen, das andere hingegen durch eine Platte völlig geschlossen; indem nun das Windrad als Sauger wirkt, veran-

laßt es, daß die äußere Luft bei O′ (Fig, 2) einströmt, zwischen allen Spiralwindungen des Tuches durchstreicht, und in der Mitte bei dem Ventilator austritt.

Die Welle A′A′ der Maschine (s. Fig. 4, wo sie theilweise im Längendurchschnitte erscheint) ist von dem einen Ende aus auf eine Strecke weit hohl, und enthält eine Schraubenspindel V′, deren Mutter ZZ sich in einer oder der anderen Richtung verschiebt, je nachdem man die Schraube mittelst ihrer Kurbel M″ links oder rechts umdreht. Die Schraubenmutter Z (vergleiche Fig. 1) ist mit der Mittelscheibe oder Nabe des beweglichen Speichengerippes A A verbunden, und führt demnach dieses näher an das unbewegliche (dem Windrade V benachbarte) Gerippe, oder entfernt es weiter von demselben, je nachdem die Breite des aufzuspannenden Tuches es erfordert. Außerhalb des Gestelles C′ trägt die Welle ein großes Stirnrad R, welches, mittelst des Getriebes R′ und der an diesem befindlichen Kurbel M′ umgedreht, den ganzen Apparat in langsame Bewegung setzt. Dieß geschieht beim Aufrahmen des Tuchs, wozu man folgender Maßen verfährt.

Nachdem der mit nassem Tuche bewickelte Baum B zwischen die Spitzenschrauben V″ V″ eingelegt ist, alle Schienen M aber, mit Ausnahme einer einzigen, den inneren Anfang der Spirale bildenden und mit einer Reihe Häkchen besetzten, entfernt sind, führt man den Anfang des Stückes zwischen der Walze C und Bürste D durch, befestigt ihn auf den Häkchen der gedachten Schiene M, und läßt von einer Person mittelst der Kurbel M′ eine sehr langsame Drehung bewerkstelligen. Während nun ein zweiter Arbeiter in gehöriger Reihenfolge (dem Laufe der Spirale entsprechend) die übrigen Schienen M, M — welche glatt, d. h. ohne Häkchen sind — nach einander einschiebt, legt sich das Tuch auf dieselben, wobei es von selbst, vermöge der Bremse CD, die erforderliche Spannung in der Längenrichtung bekommt. Ein dritter und vierter Arbeiter sind damit beschäftiget, beide Leisten des Tuches auf die Häkchen H der Spiralgänge G an den Scheibengerippen AA zu hängen, was mit Leichtigkeit von Statten geht, weil bis jetzt das Tuch in seiner Breitenrichtung noch keine Spannung hat. Die Richtung des Tuches in dem Zeitpunkte,

wo das Aufrahmen fast bis an das äußere Ende der Spirale fortgeschritten ist, zeigt die punktirte Linie 11 in Fig. 2 und 3. Sobald das Stück vollständig auf die Haken gebracht ist, beendigt man das Drehen der Kurbel M'; bewegt aber dagegen die Kurbel M'' (Fig. 1, 4) in solcher Weise und in solchem Maße, daß vermöge der Schraubenmutter Z Z das bewegliche Scheibengerippe langsam von dem feststehenden so weit sich entfernt, als zur genügenden Anspannung des Tuches nach seiner Breite erforderlich ist. Hat man auch dieß erreicht, so bleibt fortan die Tuch-Spirale in Ruhe, und dagegen setzt man mittelst des auf der Scheibe Q liegenden Riemens ohne Ende das Windrad V V in rasche Umdrehung (600 bis 800 Umläufe in einer Minute), wodurch die Trocknung selbst ohne Anwendung von Wärme binnen kurzer Zeit — angeblich höchstens zwei Stunden — erfolgt. Um das Tuch abzunehmen, wird die Querspannung desselben mittelst der Kurbel M'' ein wenig nachgelassen; eine Person macht die Leisten von den Häkchen los, zieht das Stück an sich (wodurch von selbst die zur Abwickelung erforderliche Umdrehung des Apparates erfolgt), und legt es faltenweise zusammen; eine andere nimmt die Schienen M, M der Reihe nach heraus.

## Anhang.

### Ueber Filztuch.

Viel Aufsehen erregte im Jahre 1839 die von Nordamerika ausgegangene Erfindung, ein dem Tuche sehr ähnliches Fabrikat ohne Spinnen und Weben, einzig durch Zusammenfilzen der Wolle mittelst eigener Maschinen darzustellen. Von England her wurde dieser Artikel rasch in den europäischen Handel gebracht, und es entstanden bald auch in Rußland, Deutschland &c. Fabriken zu dessen Erzeugung. Dieses so genannte Filztuch genoß jedoch nur eines kurzen Ruhmes, und ist jetzt fast verschollen; wenigstens konnte es sich als Bekleidungsstoff nicht Eingang verschaffen, und man verfertigt gegenwärtig in dieser Weise höchstens etwa Fußdecken, Pantoffel-Zeuge u. dgl., welche mit farbigen Mustern bedruckt ein gutes Ansehen darbieten, und daneben sehr warmhaltend sind, — in England auch Filz (aus Kuhhaar) zur Unter-

lage für das Kupfer beim Beschlag der Seeschiffe. Die Wolle wird hierzu auf gewöhnliche Weise gewaschen und gewolft (aber nicht eingefettet) sodann auf einer 6 bis 7 Fuß breiten Schrubbelmaschine gekratzt und in einen sehr dicken, 20 und mehr Ellen langen Pelz verwandelt, wozu statt der sonst gewöhnlichen Pelztrommel ein Apparat von zwei über Walzen horizontal ausgespannten Tüchern ohne Ende in Anwendung kommt. Dieser Pelz wird zunächst auf einer Filzmaschine (hardener) verdichtet und in seinem Innern zusammengefilzt, indem er mittelst einer Leinwand ohne Ende flach zwischen einem Systeme eigenthümlich wirkender gußeiserner Walzen langsam durchgeht. Es sind z. B. zwölf mit einander parallele Walzen von etwa 6 Zoll Durchmesser angebracht, und gerade über diesen zwölf andere von derselben Größe, so daß je zwei und zwei Walzen zusammen arbeiten, den Stoff zwischen sich nehmen, drücken und fortschieben. Die Unterwalzen sind ohne Bekleidung, die Oberwalzen hingegen mit einem elastischen Stoffe überzogen; Letztere haben nebst ihrer Drehbewegung auch eine ziemlich schnelle hin- und herschiebende Bewegung in der Richtung ihrer Länge, bei welcher sie einen Weg von nur drei Achtelzoll durchlaufen. Dampfröhren, welche zwischen den Walzen, parallel zu denselben, liegen, strömen durch feine Löcher eine Menge Dampfstrahlen auf den Stoff aus, welcher davon erwärmt und durchfeuchtet wird; diese Röhren wechseln aber mit undurchbohrten und auf der Oberseite flachen Dampfleitungen ab, von welchen der darüber hingehende Filz sogleich wieder getrocknet wird, so daß ein stetiges Befeuchten, Trocknen und Wiederbefeuchten ꝛc. Statt findet, bei ununterbrochener Einwirkung der Wärme. Dieß zusammengenommen mit dem Druck und der schiebenden Bewegung der Walzen, bildet eine Vereinigung der günstigsten Umstände zur Verfilzung der Wollhaare, wodurch aus dem lockern Pelze ein schon viel dünneres, aber dichteres und festeres Produkt entsteht. Diesem gibt man die Vollendung auf einer Walkmaschine (planker), welche einen langen Trog voll — durch Dampfröhren stetig zum Kochen erhitzten — Seifenwassers enthält. In diesem Troge liegen, parallel mit einander, 50 bis 60 horizontale Walzen, und darüber eben so viele andere Walzen, überhaupt also 100 bis 120. Die Oberwalzen befinden

sich nicht auf, sondern zwischen den Unterwalzen, so daß sämmtliche Walzenmittelpunkte wie die Eckpunkte einer Zickzacklinie gestellt sind; die unteren Zylinder sind ganz, die oberen bis an ihre Achsen im Seifenwasser. Die vorschreitende Drehung sämmtlicher Walzen fördert den Stoff langsam von einem Ende des Troges ans andere, wo er austritt; es ist aber der Mechanismus so eingerichtet, daß die Walzen nach einer gewissen Drehung vorwärts eine um etwas kleinere Drehung rückwärts machen, mithin der Filz wechselweise vorwärts, dann f a st eben so viel rückwärts geführt wird, und so abwechselnd fort, wobei nur der Unterschied beider entgegengesetzten Bewegungen fortführend wirkt, um die Bearbeitung zu verlängern. Die Behandlung des Stoffs findet in zwei oder drei nach einander angewendeten Filzmaschinen und in zwei auf einander folgenden Walkmaschinen Statt; die letzte Walkmaschine enthält auch Walzen, welche unter 45 Grad schräg gegen die schon im Vorigen erwähnten liegen, um eine schiebende und quetschende Wirkung in der Breitenrichtung des Filzes hervorzubringen.

Die eben mit wenig Worten erklärten Maschinen sind diejenigen, welche nach dem Auftreten des Filztuches zuerst bekannt wurden, und deren nähere Beschreibung nebst Abbildungen man in Dingler's polytechnischem Journal, Bd. 80, S. 24, dann wieder Bd. 87, S. 434, sowie in M. Alcan, Essai sur l'Industrie des matières textiles (Paris 1747) p. 665—669 findet. Das Kunst- und Gewerbeblatt des polytechnischen Vereins für Baiern enthält in seinem 30. Jahrgange, 1844, S. 280, sehr unvollkommene Beschreibungen und Zeichnungen anderer Maschinen zur Filztuchfabrikation, wofür in Baiern ein Patent ertheilt wurde. Endlich sind in England noch mehrerlei eigenthümliche Vorrichtungen zu gleichem Zwecke erfunden worden, worüber das polytechnische Journal (Bd. 82, S. 181; Bd. 87, S. 442) nachzusehen ist, obschon diese Mittheilungen, gleich den meisten in Druck erscheinenden englischen Patentbeschreibungen, Viel zu wünschen übrig lassen.

Soll das Filztuch zu Kleidungsstücken angewendet werden, so bedarf es wohl einer Vollendung seiner Walke in den gewöhnlichen Hammer- oder Walzen-Walkmaschinen, und muß dann

jedenfalls die Appretur durch Rauhen und Scheeren bekommen, wie gewebtes Tuch. Als Konkurrent dieses Letzteren steht es — nach den im Handel erschienenen Sorten zu urtheilen — jedoch durch mehrere wesentliche Unvollkommenheiten zurück. Es muß nämlich, um beträchtliche Dichtigkeit und Festigkeit zu haben, viel dicker gemacht werden, und bleibt dennoch viel schlaffer, dehnbarer (so daß z. B. in den Röcken die Ellbogen, in Beinkleidern die Knie bald stark hervortreten); die dünnen Filztuche findet man stets sehr locker, schwammig, leicht zerreißbar. Daneben bietet die Filztuchfabrikation keinen erheblichen ökonomischen Vortheil dar: in der Fabrikation des gewöhnlichen Tuches begründet das Spinnen und Weben einen ziemlich geringen Theil der Herstellungskosten; diese beiden Arbeiten allein sind es aber, welche erspart — richtiger gesprochen: durch Anwendung kostspieliger Maschinerien ersetzt — werden, während die ganze Vorbereitung der Wolle und die langwierige Appretur der Waare unverändert bestehen bleiben. Es muß schließlich, um zur Würdigung des Gegenstandes den völlig richtigen Gesichtspunkt aufzustellen, hinzugefügt werden, daß Filz zu Kleidungsstücken (aus Wolle wie aus anderen Thierhaaren) schon im Alterthum üblich gewesen, bei einigen weniger kultivirten Nationen noch jetzt gebräuchlich, und als Luxusartikel (z. B. aus Hasen- oder Kaninchen-Haar) zu verschiedenen Zeiten hin und wieder dargestellt worden ist; das Filztuch also bei seinem Erscheinen nur in sofern ein wirklich neuer Artikel war, als es mittelst Maschinen fabrizirt wurde.

## VI. Appretur.

Das Tuch hat durch eine gute Walke alle die Eigenschaften erlangt, welche ihm wesentlich nothwendig sind, um seinem Zwecke als dichter, fester und warmhaltender Kleidungsstoff zu genügen. Sämmtliche nun noch folgende Bearbeitungen desselben sind nur bestimmt das Aeußere zu verschönern, und werden deshalb — analog mit dem Sprachgebrauche rücksichtlich der baumwollenen, leinenen und seidenen Gewebe — unter der gemeinsamen Benennung Appretur zusammengefaßt. Freilich sind die Appretur-Arbeiten bei Tuch, wegen dessen ganz abweichender Natur, größtentheils gründlich verschieden von jenen der anderen eben bezeichneten Stoffe.

Die wichtigsten Operationen der Tuch-Appretur bestehen in dem Rauhen und in dem Scheeren.

Die Filzdecke, mit welcher das Tuch aus der Walke hervorgeht, ist ein dichtes und unordentliches Gewirre von Wollhärchen, deren Enden zwar zum Theile, aber ungleich lang, ohne alle Regelmäßigkeit aus der Oberfläche hervorragen. Diese Härchen müssen zunächst mehr und gleichmäßiger herausgezogen, dabei nach Einer Richtung niedergestrichen (in den Strich gelegt) werden: hierin besteht die Aufgabe des Tuchrauhens; sie müssen ferner alle zu gleicher und zwar geringer Länge abgeschnitten werden, um zusammen eine glatte, feine Oberfläche zu bilden: dieß beabsichtigt man beim Tuchscheeren.

Das Rauhen besteht in oft wiederholtem Streichen des Tuches (seiner Länge nach und in beiderlei Richtungen) mit den eiförmigen, voll kleiner spitziger Widerhaken sitzenden Fruchtköpfen, der zahmen oder echten Kardendistel, Weberkarde, (Dipsacus fullonum), welche man Karden, Rauhkarden nennt. Sie messen 1½ bis 4½ Zoll in der Länge; am brauchbarsten sind die von 2 bis 3 Zoll. Die Französischen von Avignon werden wegen Feinheit und Dauerhaftigkeit ihrer Spitzen am meisten geschätzt, aber auch in einigen Gegenden Deutschlands werden Karden mit gutem Erfolge angebaut: die wildwachsende Karde (eine in der Botanik als Dipsacus sylvestris unterschiedene andere Art derselben Pflanzengattung) hat weiche Spitzen ohne Widerhaken, und ist unbrauchbar. Die nähere Beschaffenheit der Karden geht aus einigen kleinen Zeichnungen auf Tafel 472 hervor. Dort zeigt, Fig. 5, A einen Distelkopf mit seinem Stiele; B ein einzelnes Deckblättchen in der Seitenansicht; C dasselbe in der äußern Flächenansicht; D eine Ansicht desselben von unten; E schließlich den Querdurchschnitt nach a b, aus welchem sich ergibt, wie die äußere Fläche erhaben, die innere zur Lagerstätte des Samenkorns ausgehöhlt ist. Das Tuch muß während des Rauhens naß sein, damit sowohl die Wollhaare geschmeidiger sind und nicht so leicht abreißen, als auch die Härte und Steifigkeit der Kardenhäkchen gemildert, ein sanfteres Angreifen derselben erzielt wird. — Das Scheeren wurde ehemals mittelst großer Handscheeren verrichtet, eine Methode,

welche wegen ihrer Kostspieligkeit gegenwärtig aus den Tuchfabriken verschwunden ist und nur noch bei den im Kleinen arbeitenden Tuchzurichtern (Tuchscheerern) vorkommt. Dagegen bedient man sich im Fabrikbetriebe verschiedener Arten von Tuchscheermaschinen. Vor dem Scheeren muß das beim Rauhen hervorgezogene Haar des Tuches gegen den Strich aufgebürstet werden, um sich den schneidenden Werkzeugen gehörig darbieten zu können. Das Scheeren nimmt demungeachtet nur sehr kurze, zum Theil fast staubartige Haartheilchen ab, welche eine lockere, leicht in Klümpchen sich vereinigende Masse bilden (Scheerwolle, Scheerflocken).

Das Ziel des Rauhens und Scheerens kann nur durch einen stufenweisen Gang der Arbeit erreicht werden, weshalb beide Operationen mehrere Mal, in Abwechslung mit einander, Statt finden. Man nennt das einmalige Ueberarbeiten des Tuchs mit den Rauhkarden, von einem Ende des Stückes bis zum andern, eine Tracht, und das einmalige Uebergehen der Oberfläche mit der Scheere oder Scheermaschine einen Schnitt. Gewöhnliche feine Tuche werden drei Mal (jedes Mal mit einer bedeutenden Anzahl Trachten) gerauht und drei Mal (jedes Mal mit mehreren Schnitten) geschoren, so daß sie im Ganzen einige hundert Trachten und 30 bis 40 Schnitte bekommen. Die feinsten Tuche werden sogar vier Mal gerauht und geschoren, dagegen Mitteltuche nur zwei Mal, und grobe ein einziges Mal, womit die Anzahl der Trachten und Schnitte im Verhältnisse steht. Alles dieses gilt von der rechten Seite des Tuches, auf welcher durch das Rauhen die gefilzte Decke großentheils wieder aufgelöst und in lose aber dicht liegende Härchen umgewandelt wird; auf der linken oder unrechten Seite (Abrechte) wird manchmal gar nicht gerauht und nur mit 1 oder 2 Schnitten geschoren, öfters Ein Mal mit 4 bis 6 Trachten gerauht, dann mit ein Paar Schnitten geschoren, wonach die hier wesentlich unversehrt bleibende Filzdecke dem ganzen Stoffe Festigkeit und Haltbarkeit verleiht. Hieraus erklärt sich auch, weshalb Tuchkleider, welche man umwenden will, auf der nun in Gebrauch zu nehmenden unrechten Seite erst gerauht und geschoren werden müssen, nachher aber doch weder

ein eben so schönes Ansehen noch eine eben so große Dauerhaftigkeit, wie das neue Tuch, entwickeln.

Andere gewalkte Wollenzeuge werden meistens weit minder gerauht und geschoren als Tuch. Kasimir z. B. rauht man in der Regel nur ein Mal (mit mehr oder weniger Trachten), er empfängt aber beim Scheeren fast eben so viele Schnitte als feines Tuch, weil das Haar kurz sein und den Faden des Gewebes durchschimmern lassen soll. Fries wird dagegen sehr wenig gerauht und mit höchstens drei oder vier Schnitten auf der rechten Seite (auf der unrechten gar nicht) geschoren, denn man wünscht ihn mehr langhaarig, zu wärmenden Kleidern geeignet; Flanell auf der rechten Seite gerauht, und entweder gar nicht oder nur mit einem einzigen Schnitte geschoren; u. s. w.

Man nennt das erste Rauhen des Tuches: Rauhen aus den Haaren, aus dem Haarmann oder aus dem ersten Wasser; die folgenden der Reihe nach: Rauhen aus dem zweiten, dritten und vierten Wasser; und gebraucht dieselben Ausdrücke auch für das erste, zweite, dritte, vierte Scheeren. Da das Rauhen (wie schon erwähnt) naß, das Scheeren aber trocken geschieht, so muß das Tuch jedes Mal, nachdem es in einem Wasser die bestimmte Anzahl Trachten bekommen hat, auf dem bereits oben beschriebenen Rahmen getrocknet werden, wobei man mit einer großen Bürste das Haar in den Strich legt. Diese Rahmenbürste hat ein Holz von 30 Zoll Länge, 3⅓ Zoll Breite und 8 Linien Dicke; ihre in dichtstehenden Büscheln eingesetzten Borsten ragen 9 Linien weit hervor.

Eine Wiener-Quadrat Elle fertig geschornen und appretirten (einfachen) Tuches wiegt, wenn dieses von gröbster Sorte ist, 19 bis 24 Loth; mittlerer Gattung 13 bis 15 Loth; feines 12 Loth und darunter, z. B. sogenanntes Dreiviertel-Tuch oder Brasil öfters nur 9 bis 10 Loth. Noch größere Unterschiede finden sich beim Fries, von dem die feinsten sehr schwach gewalkten Sorten (leichteste Lady-Coatings) 6½ Loth, die gewöhnlichen mittleren Gattungen 14 bis 16; die schweren und dicht gewalkten (Sibirienne, Düffel) 20 bis 27 Loth die Quadrat-Elle wiegen.

Wir betrachten im Folgenden die Operationen des Rauhens und Scheerens näher, und knüpfen daran die Beschreibung einiger anderer, zur Vollendung der Appretur mitwirkender Arbeiten, nämlich des Dekatirens, Bürstens und Pressens.

a) Rauhen.

Es wird theils aus freier Hand, theils mittelst Maschinen verrichtet. Die Handrauherei, welche gegenwärtig fast ganz durch die Anwendung der Rauhmaschinen verdrängt ist, geht auf folgende Weise vor sich. Unter der Decke des Arbeitsortes, etwa 7 Fuß über dem Fußboden, sind zwei horizontale parallele und 12 bis 15 Zoll von einander entfernte Stangen (Rauhbäume) angebracht, deren Länge etwas größer ist als die Breite des Tuchs, und über welche das Tuch dergestalt ausgebreitet gelegt wird, daß es vorn und hinten hinabhängt, dessen beide Theile aber um den Abstand der Rauhbäume von einander entfernt bleiben. Von dem hintern Theile liegt Das, was die Erde erreicht, in einem viereckigen Troge mit Wasser (dem Rauhback), aus welchem es nach und nach in die Höhe gezogen wird, wie das Geschäft fortschreitet. Zwei Arbeiter stehen nämlich vor dem vorn herabhängenden Theile des Tuches, streichen denselben in langen senkrechten Zügen (Schlägen) mit den Karden, und wenn sie ihn auf diese Weise der ganzen Breite nach behandelt haben, ziehen sie das Tuch etwa um 4 Fuß weiter herab, und fahren dann mit dem Rauhen fort. Jede solche Länge von ungefähr 4 Fuß, um welche das Tuch auf Ein Mal weiter über die Rauhbäume gezogen wird, um eine neue Portion in den Bereich der mit Karden bewaffneten Hände zu bringen, heißt ein Zug. Der Rauhback fehlt sehr oft; dann muß aber das Tuch in Wasser eingeweicht werden, bevor man es auf die Rauhbäume hängt. Anfangs wird das Tuch abwechselnd in der einen und der andern Längenrichtung gerauht, später ununterbrochen in einerlei Richtung; und alsdann werden zur Bequemlichkeit dessen beide Enden an einander geheftet, so daß es über die Rauhbäume zirkulirt.

Die Karden sind zur Handrauherei auf einem sogenannten Kardenkreuze befestigt, welches gewöhnlich 16 Stück in einer Fläche angebracht enthält, so daß sie zwei zum Gebrauche geeig-

ncte Seiten darbieten. Fig. 6 auf Taf. 472 zeigt die Ansicht eines solchen besetzten Kardenkreuzes, Fig. 7 den Grundriß eines unbesetzten; beide Abbildungen sind nach einem auf ein sechstel des wirklichen reduzirten Maßstabe gezeichnet. Durch den Holzstab ab, dessen unterer (achtkantiger) Theil b in die Hand genommen wird, sind in seiner Mitte zwei gleiche länglich-viereckige Löcher durchgestemmt, in welche die hölzernen Leisten cc, dd fest passend eingeschoben werden; er läuft von hier bis ans obere Ende dünner und schmäler zu, ist auf der linken und rechten Seitenfläche rinnenartig ausgehöhlt (um der Rundung der hier anliegenden Karden Raum zu geben), und nahe am Ende mit einem kleinen runden Loche durchbohrt. Beim Aufsetzen der Karden stellt man zuerst zu jeder Seite von a, unmittelbar auf die Leisten c, d, vier Stück in einer Reihe; darüber alsdann vier kleinere: die Stiele sämmtlicher Karden reichen zwischen die Leisten cc, dd hinein, und werden am untern Rande derselben abgeschnitten. Schließlich zieht man über die äußeren zehn Karden und durch das Loch von a einen Bindfaden, welcher einige Mal um die Enden der doppelten Leisten herumgewickelt und so an denselben befestigt, dabei aber so stark angezogen wird, daß er in die Distelköpfe einschneidet und sie noch dichter an einander preßt, als die Zeichnung darstellt.

Jeder von den beiden Rauhern hält in Einer Hand ein Kardenkreuz, in der andern ein glattes etwas breites Holz, welches er hinterhalb des Tuches (damit dieses nicht ausweichen kann) entgegen hält, und in gleicher Weise wie die Karde bewegt. Es ergibt sich aus dem eben Gesagten, daß der eine Rauher seine Karde in der rechten Hand halten muß, der andere in der linken, damit beide mit dem andern Arme um den Rand des Tuches herum auf dessen Hinterseite reichen können. Der Eine fängt an der linken Leiste an und schreitet bis zur Mitte fort, während der Andere von hier ausgeht und bis an die rechte Leiste arbeitet. Nach je zwei oder drei Zügen müssen die Karden gewechselt, die gebrauchten durch Auskämmen und Ausbürsten von Wollflocken gereinigt und getrocknet werden, weil sie durch länger anhaltende Nässe Steifheit und Kraft ihrer Häkchen verlieren. Zuerst rauht man mit schon stark gebrauchten Karden, die ihre

Schärfe großentheils verloren haben und daher sanfter angreifen, später mit weniger abgenutzten, zuletzt mit ganz neuen; dieses allmälig gesteigerte Angreifen des Tuches trägt höchst wesentlich zur Schonung desselben bei, indem es den Abgang an zerrissenen, in den Karden hängen bleibenden Wollhärchen vermindert. Anfangs wird das Tuch weniger naß gemacht (aus halbem Wasser gerauht), gegen das Ende stärker durchnäßt (aus vollem Wasser gerauht).

Die Rauhmaschinen enthalten nach der üblichsten Konstruktion als Hauptbestandtheil eine horizontale zylindrische Trommel (Kardentrommel), welche $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß im Durchmesser hat, deren Länge ein wenig die Breite des Tuches übersteigt, und deren Mantelfläche mit 12 bis 16, zur Achse parallelen, Doppelreihen von Karden besetzt ist. Diese Trommel dreht sich mit großer Geschwindigkeit um ihre Achse, während das Tuch — an den Leisten von zwei Arbeitern mit den Händen der Breite nach ausgespannt — langsam daran vorübergeht. Durch das Spannen in der Breite (wozu man eine mechanische Vorrichtung in einzelnen Fällen anzuwenden versucht hat) müssen alle aus der starken Längenspannung entstehenden Falten beseitigt und alle Theile der Tuchfläche gleichmäßig an die Trommel angehalten werden; es ist außerdem von ganz besonderer Wichtigkeit, wenn in der Walke die Leisten weniger eingelaufen sind als das Tuch selbst, wodurch an den Rändern eine schlaffe Beschaffenheit und eine Neigung, Querfalten zu ziehen, hervorgeht.

Auf Taf. 472 sind Zeichnungen einer solchen Maschine enthalten: Fig. 1 ist der Aufriß von vorn (wo die das Tuch an den Leisten fassenden Arbeiter stehen); Fig. 2 ein senkrechter Durchschnitt; Fig. 3 eine Endansicht. Das Gestell besteht aus zwei durchbrochenen gleichen, gußeisernen Seitenwänden A B C D und A′B′C′D′, welche mit ihren breiten Füßen A, A, A′A′ auf steinernen in den Fußboden versenkten Fundamenten durch Schraubbolzen befestigt, oben mittelst einer langen Schmiedeisenstange D″, unten mittelst zweier gußeiserner, mit ihren Flantschen a″ angeschraubten Querstücke A″, A″ verbunden sind. Die schmiedeiserne Achse F der Kardentrommel hat in den Gestellswänden zwei Lager, von welchen das eine bei B″ in Fig. 3 zu sehen ist. Auf ihr sind

drei achtarmige gußeiserne Räder G, G, G befestigt, deren Kränze (s. Fig. 2) sechzehn halbkreisförmige Einbiegungen und dazwischen eben so viele aus dem Mittelpunkte der Achse beschriebene Kreisbögen darbieten. Letztere dienen als Auflager für gußeiserne Stäbe oder Schienen H, welche die Gestalt umgestürzter dreiflächiger Rinnen haben, und durch Schraubbolzen mit den Rädern verbunden werden. Die Karden sind in doppelter Reihe in eisernen Rähmchen angebracht, deren jedes (Fig. 4) aus zwei Leisten J, J′ an den Enden durch eine Art Bolzen k verbunden, besteht. Die Leiste J′ ist gespalten, um die Stiele der Distelköpfe aufzunehmen: J hingegen rinnenartig ausgehöhlt, so daß die Scheitel der obern Kardenreihe darin eine Stütze finden. Beide Enden der Bolzen k ragen hervor, und dienen zur Befestigung mittelst beliebig zu öffnender Federklammern 2, 3 (Fig. 1.), wenn die Kardenrähmchen auf die Schienen H der Trommel gelegt werden. In Fig. 2 findet man die Karden angegeben; in Fig 1 hingegen sind nur die Rähmchen ohne Karden gezeichnet.

Zur Aufwickelung des Tuches sind zwei hölzerne Walzen P, Q vorhanden, von welchen die eine es hergibt, die andere es empfängt. Beim Beginn der Arbeit ist das Stück gänzlich um die untere Walze, Q, aufgerollt; an den Anfang desselben näht man einen Vorstoß von grober Leinwand, den man vor der Kardentrommel vorbei nach der Oberwalze P führt und an derselben befestigt. Indem sodann P in langsame Umdrehung versetzt wird, zieht sie das Tuch allmälig an sich, welches im Vorübergehen an der Trommel die Einwirkung der Karden empfängt. Damit das Stück völlig bis ans Ende gerauht werden kann, muß auch dieses durch einen Leinwand-Vorstoß mit Q verbunden sein. Um sodann die folgende Tracht zu geben, läßt man das Tuch den entgegengesetzten Weg machen, d. h. von P auf Q übergehen; und in dieser Weise wird bis zum Schluß der Arbeit abgewechselt. Dabei ist allerdings offenbar, daß beim Hinaufgehen des Tuches — wo die Bewegungsrichtungen des Tuches und der Trommel einander entgegengesetzt sind — unter übrigens gleichen Umständen die Einwirkung stärker sein muß, als beim Hinabgehen, wo das Tuch in derselben Richtung wie die Karden geht; doch ist dieser Unterschied einerseits überhaupt unschädlich, andererseits

auch nicht sehr beträchtlich, da die Geschwindigkeit des Tuches stets sehr klein gehalten wird gegen jene des Trommelumfanges. Eben so wenig Gewicht hat jene Unregelmäßigkeit, welche aus der durch die Bewickelung hervorgehenden Vergrößerung des Durchmessers der anziehenden Walze entsteht. Die Drehgeschwindigkeit dieser Walze ist konstant; sie zieht also das Tuch mit steigender Geschwindigkeit an sich, und läßt ihm entsprechend weniger Zeit, in Berührung mit der Kardentrommel zu verweilen, vermindert also die aufrauhende Wirkung: jedoch trifft dieß beim Aufwärtsgehen den untern Theil, beim Abwärtsgehen den obern Theil des Stücks, so daß der Unterschied sich im Ganzen wieder ausgleicht.

Diejenige Walze, von der das Tuch sich abzieht, muß dasselbe nur mit einem gewissen Widerstande loslassen, um die nöthige Anspannung in der Längenrichtung während des Rauhens zu erzeugen; dieß wird durch eine Bremsvorrichtung erreicht, welche — da abwechselnd P und Q die in Rede stehende Rolle spielen — an beiden Walzen angebracht, jedoch zeitweilig nur an Einer derselben in Wirksamkeit gesetzt ist. Der Apparat besteht in Folgendem. Außerhalb des Gestells tragen die Achsen der Walzen P, Q zwei gußeiserne breitrandige Scheiben P′, Q′. Zwei schmiedeiserne Bremsschienen p′ und p′ für die obere, q′ und q′ für die untere Walze, welche ihre Drehpunkte beziehungsweise in p″, p″ und q″, q″ (Fig. 2) haben, umschließen mit ihrem mittlern, bogenförmigen Theile jede etwa ein Viertel des Umkreises der betreffenden Scheibe, und erzeugen, dagegen mehr oder weniger angepreßt, eine die Umdrehung entsprechend erschwerende Reibung. Eine vertikale Eisenstange S S, welche mittelst ihrer kurbelförmigen Ausbiegung R′ um sich selbst gedreht werden kann, endigt oben und unten mit Schraubengewinden zweifacher Art, indem ein Theil rechte, ein anderer Theil linke Gewindgänge trägt. Die Muttern für diese vier Gewinde sind mit den Schienen p′, p,′ q′, q′ so verbunden, daß sie auf Zapfen schwingen können, wie eine in dieser Beziehung anzustellende Vergleichung der Fig. 1 und Fig. 2 deutlich genug ergibt: hierdurch ist jeder Klemmung bei der mit dem Anziehen oder Nachlassen verbundenen Schiefstellung jener Bremsschienen vorgebeugt. Oben sowohl wie unten ist das rechte

Gewinde am äußersten Ende, das linke weiter nach innen angebracht; hieraus entsteht das Resultat, daß bei Umdrehung der Kurbel R′ stets die eine Bremse geöffnet, die andere geschlossen wird: welche von Beiden sich schließt, hängt von der Richtung jener Umdrehung ab. In dem Maße, wie die das Tuch abliefernde gebremste Walze sich leert und dadurch dünner wird, muß die Bremse stufenweise etwas gelöst werden, damit der das Tuch spannende Widerstand, auf den Halbmesser der Walze reduzirt, stets möglichst gleich bleibt. Die Spannung überhaupt wird desto höher gesteigert, je schärfer man die Karden will angreifen lassen, und es ist auf diesen Punkt eine große Sorgfalt zu wenden, damit der Zweck der Bearbeitung genügend, doch ohne Schaden für die Waare erreicht wird.

Der Betrieb der Rauhmaschine erfolgt mittelst eines Riemens ohne Ende, welcher um die Scheibe F′ an der Achse der Kardentrommel geschlagen ist; dieser Riemen wird auf die lose Rolle F″ hinübergeschoben, wenn man die Maschine stillstehen lassen will. Am entgegengesetzten Ende dieser Achse befindet sich ein konisches Getrieb f′, welches durch seinen Eingriff das konische Rad L′ in Umgang setzt. Letzteres sitzt fest auf der stehenden Welle L, welche unten in einer Pfanne l, oben in einem Lager l″ läuft, und mit zwei lose aufgesteckten (unabhängig drehbaren) konischen Getrieben M, N versehen ist. Zu diesen Getrieben gehören die Kuppelungsmuffe M′, N′, welche an der Welle auf und nieder verschiebbar sind, aber der Drehung derselben folgen müssen. Es ist hiernach klar, daß durch Einrücken des einen der Muffe in die Klauen oder Kuppelungszähne des dazu gehörigen Getriebes, dieses selbst genöthigt wird, mit der Welle L umzugehen; wogegen bei ausgerücktem Muffe das Getrieb von der Welle unabhängig bleibt und entweder stillstehen oder mit anderer Geschwindigkeit, sogar in anderer Richtung, sich umdrehen kann. Die Getriebe M, N stehen in Eingriff mit den konischen Rädern P″, Q″ an den Achsen der Tuchwalzen P, Q. Diejenige von diesen Walzen, welche das Tuch an sich ziehen soll, muß zur Umdrehung gezwungen werden, indem man die Kuppelung des zugehörigen Getriebes M oder N einrückt; die andere Kuppelung ist gleichzeitig ausgerückt, damit die betreffende Walze mit

ihrem Rade und Getriebe sich vermöge der Bewegung des von ihr ablaufenden Tuches in der erforderlichen Richtung drehen kann, durch nichts als die Bremsung gehemmt. Diese Lage der Dinge dauert so lange, als der Uebergang des Tuches in derselben Richtung Statt hat; soll alsdann das Tuch umkehren, so muß in demselben Augenblicke, wo man mittelst der Kurbel R′ die Bremsung wechselt (die bisher gebremste Walze losläßt und dafür die andere bremset), auch das bisher gekuppelte Getrieb ausgelöst, hingegen die Kuppelung des andern eingerückt werden. Dies erreicht man durch einen Mechanismus, der am besten aus Fig. 3 zu erkennen ist. Der obere Kuppelungsmuff M′ wird von einem Ringe umschlossen, der durch Charniere oder Gelenke einerseits mit dem um w drehbaren Hebel v x, andererseits mit der um z drehbaren Lenkstange y z zusammenhängt. Ganz gleiche Theile v′ w′ x und y′ z′ gehören zu dem untern Muffe N′. Eine Stange V V verbindet die Enden der Hebelarme v und v′ mit einander und der um o drehbare Hebel O o′ dient, um durch Heben oder Niederdrück:n seines Handgriffs O die Stange niederwärts oder aufwärts zu schieben. Eine hinauf gerichtete Bewegung von V bringt beide Muffe M′, N′ in ihre tiefste Stellung, wodurch N′ in das Getrieb N eingerückt, M′ hingegen aus dem Getriebe M ausgerückt wird. Das Umgekehrte tritt ein bei abwärts gehender Schiebung der Stange V. Sonach ist bei der in den Zeichnungen dargestellten (erhobenen) Lage des Griffes O das Getrieb M mit der Welle L dergestalt verbunden, daß es ihrer Drehung folgen und durch das Rad P″ die Walze P umdrehen muß; dagegen dreht sich N lose auf der Welle, vermöge des Eingriffs von Q″, welches mit der Walze Q nur durch das von Letzterer ablaufende Tuch umgetrieben wird. Diesem Zustande entsprechen die Pfeile, welche in Fig. 2 die Bewegungsrichtung des Tuches und der Walzen P, Q anzeigen.

Man kann bewirken, daß das Tuch in seinem Vorübergehen an der Kardentrommel mit einem größern oder kleinern Theile vom Umfange derselben in Berührung tritt, wodurch entsprechend die rauhende Wirkung erhöht oder gemäßigt wird. Hierzu dient die hölzerne Walze T, deren Stellung gegen die Trommel zu verändern ist. Es muß z. B. einleuchten, wie — wenn man

von jener Lage der Bestandtheile ausgeht, welche in Fig. 2 erscheint, und wobei das Tuch geradlinig, in der Richtung einer Tangente, an der Trommel hingeht — ein Erheben der Walze T das Tuch gänzlich von den Karden entfernen, hingegen ein Herunterrücken dieser Walze (ohne weitere Entfernung derselben von der Trommel) die Folge haben muß, daß das Tuch einen größern Theil des Umkreises der Kardentrommel berührt. Um die in Rede stehenden Veränderungen hervorzubringen, lagern die Zapfen der Walze T in den Köpfen zweier bogenförmiger (mit der Kardentrommel konzentrischer) Zahnstangen T′, welche innerhalb der Gestellswände mit eben so bogenförmigen Schlitzen auf je zwei Bolzen sich schieben. Um die Bewegung der beiden Zahnbögen gleichzeitig und übereinstimmend auszuführen, greifen in dieselben zwei Getriebe u′, u′ an der Achse u, welche mittelst der Kurbel U umgedreht wird, und außen an der Gestellswand ABCD mit einem kleinen Sperr-Rade u″ nebst Sperrkegel versehen ist. Die Zähne an u″ stehen so, daß der Kegel dem durch das eigene Gewicht etwa möglichen Niedersinken der Zahnstangen T′ sich widersetzt.

Die Bewegung der Kardentrommel findet mit 80 bis 90 Umdrehungen in 1 Minute Statt; ihre Peripheriegeschwindigkeit beträgt demnach, bei einem Durchmesser = 30 Zoll, 628 bis 707 Fuß. Die Räder L′, P″ und Q″ können jedes 50 Zähne, die Getriebe f′, M und N jedes 16 Zähne enthalten: alsdann kommen auf 90 Umläufe der Trommel G 9.216 oder wenig über 9$^1/_5$ Umdrehungen der Walze P oder Q, welche das Tuch anzieht und aufrollt. Da diese Walzen leer 5 Zoll Durchmesser haben, so ist die Geschwindigkeit des Tuches beim Anfange einer Tracht 144.7 Zoll in 1 Minute, was auf jeden einzelnen Trommelumlauf 1.6 Zoll beträgt (den 59sten Theil von der Geschwindigkeit der Karden). Wächst nun bis zum Schlusse des Stückes der Durchmesser der Tuchwalze beispielweise auf 9 Zoll an, so vergrößert sich nach und nach die Geschwindigkeit des Tuches bis zu 260 Zoll in 1 Minute oder sehr nahe 2.9 Zoll auf Einen Umlauf der Trommel. Diese Verhältnisse sind jedoch sehr abweichend; es gibt Maschinen, deren Trommel nur 55 bis 60 Mal in 1 Minute umläuft, und bei welchen das Tuch um 2 bis 4 Zoll wäh-

rend jedes Trommelumganges fortbewegt wird. Durchschnittlich kann man annehmen, daß ein Stück Tuch von 26 bis 27 Ellen Länge in 5 bis 6 Minuten Eine Tracht empfängt. Feinen Tuchen gibt man wohl im Ganzen 200 bis 500, den feinsten sogar 800 bis 1000 Trachten, wobei es immer räthlich ist, lieber die Anzahl der Trachten zu vermehren, mit geringer Spannung und größerer Geschwindigkeit des Tuches zu arbeiten, so wie Letzteres auf einem kleinen Bogen der Trommel anliegen zu lassen, als durch die entgegengesetzten Maßregeln zwar an Zeit zu sparen, aber die Waare einer Beschädigung auszusetzen. Grobe Tuche bekommen viel weniger, oft nur 50 bis 60, Trachten. Da eine derbe oder gar unvorsichtige Behandlung auf der Rauhmaschine leicht den Faden des Gewebes schwächt, so zieht man es zuweilen vor, die letzten Trachten durch Handrauherei zu geben; dünne Stoffe (Kasimir, Circassienne u. dgl.) werden öfters gänzlich von Hand gerauht. Eine Rauhmaschine erfordert, je nach Verschiedenheit der oben angeführten Umstände, ein Betriebsmoment von 0.4 bis 1 Pferdekraft. Die Karden müssen von Zeit zu Zeit abgenommen und ausgebürstet werden, wozu man sich einer um ihre Achse gedrehten walzenförmigen Bürste bedient; öfters bringt man aber eine Bürstenwalze auf der Rauhmaschine selbst an, und bewirkt so ohne Zeitverlust eine fortwährende Reinigung der Karden. Das Tuch kommt naß auf die Walze der Maschine, um welche man es zuerst aufrollt; später muß während des Rauhens durch Besprengen mit Wasser nachgeholfen werden, so weit dieß nöthig ist. Einige Rauhmaschinen sind mit einem Wassertroge versehen, in welchem die untere Tuchwalze zum Theil versenkt liegt (Abhandlungen der k. technischen Deputation für Gewerbe, 1 Theil, Berlin 1826, S. 383). Andere haben gar keine Tuchwalzen, sondern sind so angeordnet, daß das Tuch zusammengefaltet vorgelegt, und nachdem es den Weg über die Kardentrommel gemacht hat, wieder in Falten zusammengelegt wird. Nicht ungewöhnlich ist es ferner, ein Stück Tuch an seinen Enden zusammenzuheften, und in dieser Gestalt ununterbrochen über die Trommel zirkuliren zu lassen, wobei es von zwei Walzen, die dasselbe zwischen sich nehmen, immer in einerlei Richtung mit gleichbleibender Geschwindigkeit fortbewegt wird, und stets der

größte Theil unter der Maschine zusammengefaltet liegt (Dingler's polytechnisches Journal, Bd. 72, S. 21; Hülsse's polytechn. Centralblatt, 1839, Bd. 1, S. 563). Man baut auch Rauhmaschinen mit zwei Kardentrommeln, entweder so, daß diese sich in entgegengesetzten Richtungen drehen und demnach das Tuch entgegengesetzt rauhen, aber nur abwechselnd gebraucht werden, indem jeweilig eine von ihnen stillsteht und zum Reinigen oder Auswechseln der Karden Gelegenheit gibt, während die andere arbeitet (Dingler's polytechn. Journal, Bd. 20, S. 350); oder so, daß beide zugleich in Thätigkeit sind und dem Tuche bei Einem Durchgange zwei Trachten ertheilen (ebendaselbst, Bd. 78, S. 30).

Zum Durchnässen des Tuches (welches höchst gleichmäßig vor dem Rauhen geschehen muß, weil weniger nasse Stellen minder leicht das Haar loslassen, und daher entweder schlecht gerauht oder nachtheilig angegriffen werden) ist in England eine eigene Vorrichtung erfunden worden, deren nähere Beschreibung und Abbildung in Dingler's polytechn. Journal, Bd. 78, S. 29, nachgesehen werden kann. Das Tuch wird darin von zwei Walzen, welche es zwischen sich nehmen, über einen Tisch weggezogen, wo aus drei horizontalen Röhren mit feindurchlöcherter Wandung eine Menge dünner Wasserstrahlen darauf spritzen. Die obere von jenen Walzen, welche durch ihren mäßigen Druck die Feuchtigkeit im Tuche vertheilt, ist hohl von Kupferblech gemacht, mit vielen Löchern durchbohrt, mit Tuch überzogen, und wird durch hineingeleitetes Wasser stetig naß erhalten. Das zu befeuchtende Tuch wird zusammengefaltet vorgelegt, und nach dem Austreten zwischen den erwähnten Walzen von der Maschine selbst wieder faltenweise aufgeschichtet.

Unterwirft man während des Rauhens das (übrigens schon wie gewöhnlich mit Wasser benetzte) Tuch der Einwirkung von Wasserdampf, so macht dieser durch seine feuchte Wärme das Wollhaar vorzüglich geschmeidig und erleichtert die Arbeit dermaßen, daß man mit einer bedeutend geringern Anzahl Trachten zum Ziele kommt. Man kann zu diesem Behufe aus einem mit feinen Löchern in seiner Wand versehenen horizontalen Rohre eine Menge Dampfstrahlen auf das Tuch — in dessen ganzer Brei-

tenerstreckung — ausströmen lassen. Durch Dampfrauherei gewinnt auch das Tuch mehr Glätte und Glanz; und dieser Zweck ist schon dadurch zu erreichen, daß man nur schließlich zwei oder drei Mal das mit Dampf durchdrungene, warme Tuch über die Kardentrommel gehen läßt, nachdem alle früheren Trachten ohne Dampf auf die gewöhnliche Weise gegeben worden sind. Die beiden Tuchwalzen der Rauhmaschine werden in dieser Absicht hohl hergestellt, in der Wandung mit vielen kleinen Löchern durchbohrt, und mit hohlen (rohrförmigen) Zapfen versehen, durch welche das Dampfzuleitungsrohr mittelst Stopfbüchsen einmündet. Man bewickelt jede dieser Walzen zuerst mehrfach mit Leinwand, darüber mit dem Tuche. Wenn nun alle Trachten bis auf zwei oder drei gegeben sind, läßt man in diejenige Walze, worauf eben das (nasse) Tuch sich befindet, Dampf eintreten: wartet 10 bis 20 Minuten, um ihn das Tuch durchdringen zu lassen; führt dann Letzteres wie beim Rauhen überhaupt an der Kardentrommel langsam vorüber auf die andere Walze; füllt jetzt diese Walze mit Dampf, und läßt nach 10 bis 20 Minuten Ruhe das Tuch den Weg nach der ersten Walze zurück machen; ꝛc. Die Beschreibung und Abbildung einer zu dieser Art Dampfrauherei eingerichteten Maschine findet sich in Dingler's polytechn. Journal, Bd. 67, S. 27.

Die Lösung der Härchen aus der Filzdecke des Tuches, worin der Zweck des Rauhens besteht, wird vollkommener erreicht, wenn man das Stück nicht nur in beiden Längenrichtungen, sondern auch querüber von den Karden bestreichen läßt. Man hat einige Einrichtungen in dieser Absicht erdacht. Am leichtesten führt wohl eine S c h e i b e n r a u h m a s c h i n e zum Ziele, wie sie in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, 20. Jahrgang (1841), S. 96 beschrieben und abgebildet ist. Bei dieser sind die Distelköpfe nicht auf einer Trommel, sondern auf der ebenen Fläche zweier Scheibenringe von 4 Fuß äußerem Durchmesser und 10 Zoll Breite (radial gemessen) angebracht. Die eine der Scheibenachsen liegt unterhalb der andern und seitwärts gegen diese verschoben, jedoch so, daß die mit Karden besetzten Ringflächen beider Scheiben in gemeinschaftlicher Vertikalebene sich befinden. Große flache Bürsten

stehen gegenüber den Scheiben, ganz nahe an denselben und parallel zu deren Ebene, als Hinterlage und Stütze für das Tuch, welches — von einer Walze auf eine andere übergehend — seinen Weg zwischen Rauhscheiben und Bürsten hindurch nimmt. Die Rauhscheiben machen (in übereinstimmender Richtung) 36 bis 40 Umdrehungen während 1 Minute, wonach die Geschwindigkeit der Karden an der äußeren Ringperipherie 452 bis 502, an der innern 264 bis 293 Fuß in der Minute sich ergibt.

Man hat, besonders in England, vielfältig die theuren und schnell zu Grunde gehenden Karden durch Beschläge von dünnen Eisendrahthäckchen — jenen der Wollkratzmaschinen mehr oder weniger ähnlich — zu ersetzen gesucht, jedoch im Ganzen genommen ohne genügenden Erfolg, da diese Metallkarden (Drahtkarden) das Tuch zu heftig angreifen, folglich wenigstens für feine Waare unbrauchbar sind. Den Uebelstand, welcher aus dem Rosten hervorgeht (da trockenes Rauhen nicht Statt finden kann), wollte man mitunter dadurch beseitigen, daß man einen Beschlag der Rauhtrommel aus feingezackten Kupferblechstreifen rc. herstellte. Alle derartigen Bestrebungen haben nicht dahin geführt, die Kardendisteln entbehrlich zu machen, welche durch feinspitzige Gestalt und angemessene Schärfe, wie zweckentsprechende Elastizität ihrer Häckchen unerreicht dastehen, auch den sehr wesentlichen Vortheil gewähren, daß sie durch den Gebrauch selbst halb abgenutzt gerade die geeignetste Beschaffenheit erlangen, um das Rauhen mit gehörig gemäßigter Wirkung anzufangen, bis man es ohne Gefahr wagen darf, mittelst neuer Karden das Tuch lebhafter anzugreifen.

### b) Scheeren.

Die Tuchscheere, als das Werkzeug, dessen man sich in früherer Zeit auch in den Fabriken zum Scheeren bediente, hat rücksichtlich ihrer Gestalt Aehnlichkeit mit den Schafscheeren, indem sie wie diese aus zwei dünnen schneidigen Blättern besteht, deren stielförmige Fortsetzungen (Stangen) durch einen als Feder wirkenden (elliptischen) Bügel mit einander zusammenhängen. Sie ist jedoch viel größer; auch sind ihre Blätter nicht zugespitzt, sondern vielmehr nach dem Ende hin breiter auslaufend. Die

ganze Länge beträgt 4 Fuß oder wenig darunter; davon kommt die Hälfte auf die Blätter, deren jedes zunächst an seiner Stange etwa 6 Zoll, an dem entgegengesetzten Ende 7½ Zoll breit ist. Vermöge einer wesentlichen Eigenthümlichkeit sind die Ebenen der beiden Blätter nicht parallel, sondern dergestalt gegen einander geneigt, daß, wenn das eine Blatt flach auf dem Tische liegt, das andere mit Letzterem einen Winkel von 30 bis 40 Grad bildet, indem es der Breite nach von der Schneide gegen den Rücken hin sich bedeutend erhebt. Dieser Anordnung zufolge ist die Wirkung der Tuchscheere von ganz anderer Art als bei sonstigen Scheeren; und man kann, um hierüber eine klare Einsicht zu gewinnen, sich vorstellen, von zwei Messern werde das eine flach auf einen Tisch gelegt; das andere dergestalt schräg auf denselben gestellt, daß die Schneide den Tisch berührt, der Rücken hingegen erhoben bleibt; endlich dieses zweite Messer, bei unveränderter Neigung, mit seiner Schneide gegen die Schneide des Erstern fortgeschoben bis es ein wenig auf dessen Fläche hinaufgetreten ist. Kurze zarte Haare, welche sich etwa aufrechtstehend vor der festliegenden Schneide befinden, werden hierdurch zwischen beiden Schneiden scharf eingeklemmt und sofort mit einer viel größeren Sicherheit abgeschnitten, als es vermittelst einer Scheere mit parallel sich bewegenden Blättern geschehen könnte. Es wurde im Vorstehenden stillschweigend der Meinung Raum gelassen, die Blätter seien, in ihrer Längenrichtung betrachtet, gerade; allein dieß ist nicht der Fall, vielmehr sind sie beide nach einem sehr flachen Bogen derartig gekrümmt, daß im Gebrauche die Konvexität nach oben gekehrt ist, entsprechend der Wölbung des Scheertisches, wovon nachher die Rede sein wird. Die Scheere ist ganz aus Eisen geschmiedet, nur an den Schneiden wird Stahl vorgeschweißt; man hat auch mit Erfolg eine Einrichtung getroffen, wonach die Schneiden als besondere Stahlstreifen verfertigt und mittelst Schrauben auf den eisernen Blättern befestigt werden, so daß man sie zum Zweck des Nachschleifens abnehmen, auch nach gänzlicher Abnutzung leicht durch neue ersetzen kann. (S. Jahrbücher des k. k. polytechnischen Instituts in Wien, Bd. XI. Wien, 1827, S. 364.) Eine eigene aus mehreren Theilen bestehende Vorrich-

tung ist angebracht, um mit geringer Kraftanwendung aber in sehr schneller Wiederholung die Scheere zu schließen; das Wiederöffnen geschieht jedes Mal, sogleich beim Nachlassen der angewendeten Kraft, durch die Elastizität des Bügels. Beim Gebrauch liegt die Tuchscheere mit dem einen ihrer Blätter (demjenigen, welches beim Übereinanderstreichen derselben das untere ist) auf dem über einen gepolsterten Tisch ausgespannten Tuche; dieses Blatt, welches beim Schließen der Scheere im Augenblicke des Schnittes keine Bewegung macht, heißt der Lieger; das andere, welches gegen den Lieger hingetrieben wird und mit seiner Schneide ein wenig auf dessen Fläche hinauftritt, wird der Läufer genannt. Der Scheertisch ist etwa 9 Fuß lang, $1\frac{1}{2}$ Fuß breit, gegen 3 hoch, und enthält unter einer Bekleidung von Leder oder starker Leinwand eine Füllung von Pferdehaar oder Scheerwolle (Scheerflocken), welche ihm eine elastische, der Breite nach sanft konvexe Oberfläche verleiht. Man legt das Tuch quer über den Tisch, spannt es straff an, und befestigt es an seinen Rändern mittelst einer Anzahl zweispitziger stählerner Haken oder Klammern (Scheerhaken), welche man mit einer ihrer Spitzen in die Tuchleiste, mit der andern in den Tisch einsticht. Der Theil des Stückes, welcher in dieser Weise auf dem Tische zum Scheeren ausgebreitet ist, heißt eine Tischbreite, ein Tisch. Es geht aus dem Obigen hervor, daß die Breite des Tuchs in der Längenrichtung des Tisches liegt, und also das Stück vor und hinter dem Tische herabhängt. Nachdem eine Tischbreite geschoren ist, löset man die Klammern oder Haken; schiebt das Tuch so weit quer über den Tisch fort, daß der eben bearbeitete Theil hinten hinabfällt, dafür die nächste zu bearbeitende Portion auf den Tisch gelangt, und sticht die Haken wieder ein. Die Scheere liegt mit ihren Blättern quer auf dem Tische; Stangen und Bügel stehen frei über den vordern Rand desselben heraus: die Schnitte geschehen also in Linien, welche nach der Längenrichtung des Tuches laufen. Die Scheere muß aber langsam und gleichmäßig über die Breite des Tuches fortgeschoben werden, damit durch die äußerst nahe neben einander gemachten Schnitte nach und nach die Fläche von Einer Leiste bis zur andern abgeschoren wird. Zu diesem Behufe nimmt der Tuchscheerer seinen Platz dergestalt,

daß er an der vordern langen Seite des Tisches steht, den Tisch zu seiner Linken und die Stangen der Scheere vor seinem Leibe hat. Die Hände sind beschäftigt, die Scheere mit schnell und stetig wiederholten kleinen Bewegungen zu schließen; das Fortrücken geschieht durch horizontalen Druck des Leibes. Damit die Scheere eine gehörig feste Lage hat, ist der Lieger (das dem Arbeiter zunächst befindliche Blatt) mit einem 30- bis 40 pfündigen eisernen oder bleiernen Gewichte beschwert. Zur Beschleunigung der Arbeit stellte man sehr oft an einen Scheertisch zwei Tuchscheerer, welche hinter einander her gingen, indem der Eine an der linken Leiste anfing und bis in die Mitte fortrückte, während der Andere von der Mitte bis an die rechte Leiste arbeitete. Bevor das Scheeren einer Tischbreite anfängt, wird das Haar gegen den Strich aufgebürstet, nach geschehener Arbeit aber, ehe man eine neue Tischbreite aufspannt, wieder niedergebürstet. Ein Arbeiter brauchte 12 Stunden, um einem Stücke Tuch von 27 Wiener Ellen Länge (45 Tischbreiten) und 2 Wiener Ellen Breite Einen Schnitt zu geben; wonach also die Leistung für 1 Stunde nicht höher als 4½ Quadrat-Ellen angeschlagen werden konnte. Zwei Scheerer an einem Tische bedürfen nur der halben Zeit für gleiche Arbeit. Die Handscheererei erforderte sehr große Geschicklichkeit und Sorgfalt, und gab dennoch oft genug zu Fehlern Anlaß, von welchen folgende zu nennen sind: Wird die Scheere zu rasch auf dem Tuche fortgerückt, so entstehen durch ungleiches Abschneiden des Haares *Schmitze* d. h. treppenartig aussehende Streifchen. *Rattenschwänze* nennt man Stellen mit zu langem Haar, über welche weggeschoben wurde, weil sie etwas vertieft lagen (in Folge schlechter Beschaffenheit des Scheertisches oder unvollkommener Anspannung des Tuches); *Kläcke* heißen Haarportionen, die von den Scheerschneiden nur gequetscht aber nicht abgeschnitten sind; *fadensichtige* Stellen lassen, weil das Haar völlig bis auf das Gewebe weggenommen ist, die Fäden dieses Letztern zum Vorschein kommen; Löcher oder Schnitte sind selbstredend das größte Uebel.

Die *Scheermaschinen* (*Tuchscheermaschinen*) arbeiten größtentheils viel schneller als mit Handscheeren möglich ist, und im Ganzen genommen wenigstens eben so vollkommen,

dabei mit sehr beträchtlicher Ersparung von Menschenhänden. Sie lassen sich in drei Hauptgattungen unterscheiden: solche mit eigentlicher, der Handscheere völlig gleicher Scheere; Zylindermaschinen mit oscillirender Bewegung; und Zylindermaschinen mit kontinuirlicher Drehung.

1) Scheermaschine mit Scheere (mechanischer Scheertisch). Die Maschinen dieser Art werden mit gutem Erfolge zum Scheeren selbst der feinsten Tuche gebraucht, und ihre Arbeit steht an Schönheit jener der besten Handscheererei nicht nach. Sie sind einfach, wohlfeil, arbeiten aber eben nicht schneller als Handscheeren, gewähren daher keine andere Ersparniß, als die von Menschenhänden, und werden deshalb weit seltener als die Zylindermaschinen angewendet. Das Hauptstück besteht aus einem gewöhnlichen Scheertische mit einer Scheere von der Beschaffenheit der Handscheeren. Der Mechanismus bringt die schneidende Bewegung und das Fortrücken der Scheere zuwege; das Zurückführen der Letztern, wenn eine Tischbreite geschoren ist, verrichtet ein Arbeiter, welcher zugleich zum Bürsten und Aufspannen des Tuches, sowie zur Abhülfe bei etwa eintretenden Unregelmäßigkeiten angestellt ist, und drei solche Maschinen versehen kann.

Auf Taf. 473 ist Fig. 1 der Grundriß und Fig. 2 der vordere Aufriß der ganzen Maschine; Fig. 3 ein senkrechter Querdurchschnitt zur Erläuterung des Scheertisches und des Scheerschlittens. Die übrigen Zeichnungen betreffen verschiedene einzelne Vorrichtungen und Bestandtheile.

Das Grundgestell ist aus zwei parallelen senkrechten hölzernen Rahmen wie AAAAAA (Fig. 2) gebildet, welche durch zwei bei B′, B′ in die Ständer eingezapfte Riegel, ferner durch neun parallele Latten B, endlich durch zwei oben auf ihnen befestigte Balken C, C, mit einander verbunden sind. Durch jeden der Letzteren gehen in senkrechter Richtung zwei hölzerne Schrauben D (Fig. 3) mit eisernen Spitzen, worauf die Latten EE, EE (Fig 1, 3.) ruhen. Da diese Latten den Scheertisch tragen, so kann demselben mittelst jener Schrauben genau die erforderliche Lage gegeben werden. Auf EE sind die zwei Langhölzer F, F, eines Rahmens festgeschraubt, welcher aus diesen und aus vier

Querhölzern (eins an jedem Ende, zwei in gleichen Abständen dazwischen) zusammengesetzt, übrigens mit einem Tischblatte G gänzlich bedeckt ist. Zwei einwärts ausgefalzte Leisten H, H erstrecken sich von einem Ende des Tisches bis zum andern, und bilden so den hohlen Raum J, der mit zusammengestopfter Scheerwolle ausgefüllt wird. Der Überzug des so gebildeten Kissens ist ein doppelter, nämlich ein innerer von Tuch und ein äußerer von starker Leinwand. Das Tuch ist auf dem Tischblatte G angeleimt, und umschließt die Leisten H, H; die Leinwand geht, nachdem sie über die gewölbte Oberfläche K des Kissens ausgespannt ist, an allen vier Siten außerhalb H, H und des Rahmens F F herab, und wird durch im Zickzack laufende Schnüre straff gezogen. An den schmalen oder Endseiten ist hierzu keine besondere Vorkehrung nöthig; aber an jeder der langen Seiten ist in einen Hohlsaum der Leinwand ein Draht b eingeschoben, damit die Schnürlöcher nicht ausreißen. In C′ (Fig. 3.) sieht man, wie die Schnur unter dem Rahmen ihren Weg von einer Seite zur andern nimmt; ihre Zickzackgänge kann man sich leicht ohne Zeichnung vorstellen, zumal wenn man die in Fig. 2 auch mit C′ bezeichneten Schnürlöcher beachtet, welchen die der andern Seite schräg gegenüber stehen. Nicht weit von den Enden des Tischrahmens sind an dem einen seiner Langhölzer F unterwärts zwei Holzklötze L, L angebracht (vergl. Fig. 3 mit Fig. 2), auf deren Außenfläche zwei geschlitzte senkrechte Leisten N, N auf und nieder gleiten; jede dieser Leisten wird mittelst einer durch den Schlitz gehenden und in L eindringenden Schraube O (Fig. 3) festgestellt. Hierdurch ist der mit N, N verbundene, längs des äußern Tischrandes herlaufende Holzstab M (Fig. 1, 3), dessen Bestimmung später erhellen wird, in gehöriger Höhe und Lage zu befestigen.

Zur Führung der Scheere bei ihrem Fortschreiten längs des Scheertisches ist ein hölzerner Schlitten vorhanden, dessen Bahn durch eine auf den Gestellsbalken C, C mittelst der Schrauben a a (Fig. 1, 3) festgelegte Schiene P gebildet wird. Der ganzen Länge nach ist diese Schiene mit oben von ihr hervorspringenden Randleisten Q, Q versehen, welche von dem Schlitten umfaßt werden, wie Fig. 3 am deutlichsten zu erkennen gibt. Der Schlitten be-

steht aus einer mit einer langen Öffnung durchbrochenen Platte R und einem zweiten Stücke S, welches sich auf zwei flachen vierkantigen Zapfen T, T schiebt, um stets parallel zu bleiben, aber mittelst der Schrauben U, U so angezogen wird, daß die Bewegung des Schlittens auf seiner Bahn ebensowohl mit gehöriger Leichtigkeit als ohne Schlottern erfolgt.

Das der Bearbeitung zu unterwerfende Stück Tuch wird zusammengerollt in Y (Fig. 2) auf das Lattengitter BB gelegt, vorne wie XX auf den Scheertisch K heraufgezogen, und auf demselben bei VV mittelst der Scheerhaken WW ausgespannt; einer dieser Haken ist Fig. 5 in zwei Ansichten nach größerem Maßstabe (ein Viertel des wirklichen Maßes) vorgestellt. Den geschornen Theil läßt man, wenn eine neue Tischbreite vorn heraufgebracht wird, hinterhalb zwischen dem Tischrande und dem Stabe M hinabfallen.

Auf der Schlittenplatte R sind zwei eiserne Bügel Z und A′ angeschraubt, als Träger des zum Betrieb der Scheere dienenden Mechanismus. Bevor dieser erklärt wird, muß jedoch von der Beschaffenheit der Scheere an sich und von deren Befestigung auf dem Schlitten die Rede sein, wobei die Fig. 6 bis 12 zu vergleichen sind. Fig. 6 enthält, nebst einigen andern Theilen, eine Endansicht der Scheere: Fig. 7, 8 sind zwei verschiedene Querdurchschnitte in entgegengesetzten Ansichten; Fig. 9 bis 12 erläutern die Verbindung des Bügels mit den Scheerenstangen.

Was die Gestalt der Scheerblätter, nämlich des L i e g e r s D′ mit seinem Bleigewichte I′, und des L ä u f e r s E′ betrifft, ergibt sich ein wesentlicher Umstand aus Fig. 7 und 8: in der Nähe der Schneide hat D′ eine Biegung nach unten (d. h. nach dem Scheertische zu), damit er die Tuchfläche scharf berührt; E′ hingegen eine geringere Biegung nach oben, um nicht in das Gewebe selbst einzuschneiden. Die Gefahr eines solchen Einschneidens wird noch mehr dadurch beseitigt, daß nur D′ eine wahre messerähnlich scharfe Schneide hat, die Schneidkante von E′ aber durch eine sehr schmale, ganz ebene und zu den anstoßenden Breitenflächen rechtwinkelig stehende Facette abgestumpft ist. F,′ G′ sind die Stangen (gleichsam Stiele der Scheerblätter), welche der Bügel H′ mit einander verbindet. Diese Verbindung ist auf

solche Weise hergestellt, daß man die Lage der beiden Blätter gegen einander aufs genaueste adjustiren kann. Fig. 9 zeigt die Ansicht der hierher gehörigen Theile, welche sich im Aufrisse Fig. 2 darstellen würde, wenn die Hälfte des Bügels (nach $\alpha\,\beta$ der Fig. 1) weggeschnitten wäre; Fig. 10 ist die äußere Seitenansicht der Vorrichtung an der Stange G′; Fig. 11 die äußere und Fig. 12 die innere Seitenansicht der mit der andern Stange F′ verbundenen Theile. Die Stange G′ endigt mit einem scheibenförmigen Ansatze m, von dessen Fläche ein Schraubenzapfen o vorspringt; auf Letztern ist ein Oehr p des Bügels H aufgeschoben, dann aber die Schraubenmutter n vorgelegt. Vermöge dieser Anstalt läßt sich G′ mit E′ wie um eine Achse drehen, also die gehörige Neigung des Läufers E′ gegen den Scheertisch und den Lieger D′ herstellen. Die Mutter n würde indessen nicht hinreichen, die gegebene Stellung festzuhalten; daher sitzt an dem Ansatze m (als ein Ganzes mit demselben und folglich mit der Stange G′) eine Gabel h, deren zwei Schrauben k, k von unten und oben scharf gegen den Bügel H′ angestellt werden. Etwas verschieden hiervon, wiewohl im Ganzen sehr ähnlich, ist die Vorrichtung an der Stange F′, welche mit einem Oehre d und einem von diesem ausgehenden Lappen c versehen ist; gegen das Oehr legt sich von außen der scheibenförmige Ansatz g des Bügels H′, der einen durch das Oehr gehenden, auf dessen entgegengesetzter Seite mittelst der Schraubenmutter i verwahrten Zapfen l trägt. Man sieht hiernach, daß der Bügel nebst dem Läufer E′ sich um den letzterwähnten Zapfen drehen läßt, um so die nöthige genaue Stellung der Scheerblätter zu einander, in Betreff ihrer Längenrichtung, zu gestatten. Die Gabel e macht einen Bestandtheil von g und H′ aus; ihre Schrauben f, f drücken von oben und unten gegen den Lappen c der Stange F′, um die gegebene Stellung festzuhalten.

Das eiserne Gestell Z dient zur Verbindung der Scheere mit dem Schlitten R in solcher Weise, daß bei Bewegung des Letztern längs seiner Bahn P die Scheere folgen muß, dabei aber doch stets die Freiheit behält, mit ihrem Gewichte auf dem Scheertisch zu lasten. In dieser Absicht sind außen auf den senkrechten Ständern des erwähnten Gestells Z zwei eiserne Arme q und v

um die Punkte r und w drehbar angebracht. Der Arm q enthält gegen sein freies Ende hin einen geraden Schlitz (s. Fig. 1); einen Querdurchschnitt an dieser Stelle zeigt q in Fig. 12. Oberhalb q ist die Stange F′ des Liegers muffartig mit Leder s s umwickelt; darüber greift ein kleiner eiserner Bügel t von der Gestalt eines umgestürzten U (∩), dessen zu Schraubzapfen gebildete Enden durch den Schlitz des Armes q hindurch treten, und unterhalb desselben mit Schraubenmuttern wie u (Fig. 12) verwahrt sind. Der andere Arm v (s. auch Fig. 8, und theilweise in Fig. 7), macht auf dem Lieger D′ eine Wendung im rechten Winkel, und endigt alsdann mit einem Querstücke x, welches ihm hier die Gestalt eines T verleiht (Fig. 1). Ein Schraubbolzen 2 — dessen halbrunder Kopf auf der untern Fläche von D′ anliegt, und dessen Mutter oben auf x sich befindet — verbindet D′ mit v x; um dieser Zusammenfüguug die nöthige Festigkeit zu geben, drükken zwei in x von oben her eingebrachte Schrauben 1, 1 auf die Oberfläche des Liegers D′ (vergl. Fig. 7, 8.). Außerdem befindet sich an der Stelle, wo der Arm v die rechtwinkelige Ecke macht, um in die Richtung nach x überzugehen, ein Bolzen, welcher unterhalb D′ in y (Fig. 2, 7, 8) lang hervorspringt, zwischen D′ und v (Fig. 7) eine Schraubenmutter 3, oberhalb v aber, bei 4, zwei Schraubenmuttern über einander trägt, um eine sehr festhaltende Vereinigung des Scheerblattes D′ mit dem Arme v herzustellen.

Wenn die Elastizität des Bügels H′ genügen soll, um beim Nachlassen der die Schließung der Scheere bewirkenden Kraft das Wiederöffnen rasch und vollkommen zu bewirken, so muß dessen Spannung so groß sein, daß sie auch bei vollende er Oeffnung noch nicht erschöpft ist, vielmehr im Stande wäre, den Läufer noch weiter vom Lieger zu entfernen. Zugleich wird erfordert, daß an dem den Stangen F′, G′ benachbarten Ende die Blätter stets ein wenig über einander greifen (wie Fig. 1 ausdrückt), damit niemals ein hemmendes Gegeneinanderstoßen der Schneiden Statt finden kann. Daher ist eine Vorrichtung nöthig, welche dem Aufgehen der Scheere eine bestimmte und genau zu regulirende Grenze setzt, bevor der Bügel H′ dem Streben seiner Elastizität Genüge gethan hat. Auf dem T-förmigen Theile des

Armes v x ist zu diesem Behufe eine Charniergabel z (Fig. 1, 7, 8) eingeschraubt, in welcher drehbar eine, etwa zur Hälfte mit Schraubengewinden versehene Stange a′ hängt; auf dieser ist ein eiserner Lappen b′ hin und her zu schrauben, dem man sonach leicht den geeigneten Platz anweisen kann, und der, am Rücken des Läufers E′ hinabhängend, dessen Entfernung vom Läufer D′ auf das beabsichtigte Maß einschränkt: nur wenn man a′ um seinen Drehpunkt z in die Höhe klappt, kann die Scheere sich weiter öffnen.

Die kleinen rasch auf einander folgenden Bewegungen des Läufers E′, wodurch derselbe sich dem Lieger D′ nähert und auf demselben so hinstreicht, daß die Schneiden, von der Bügelseite nach dem freien Ende der Blätter hin fortschreitend, über einander treten und zur Wirksamkeit gelangen; — diese kleinen Bewegungen werden durch folgenden Mechanismus erzeugt (Fig. 1, 2, 7, 8). Ein auf E′ angeschraubter gekröpfter Lappen c′ enthält in d′ den Drehpunkt für den aufrechten Hebel e′ f′, dessen obere Hälfte eine Schraubenspindel bildet, während das unterste Ende e′ ein breites Oehr darbietet. Ein gleiches Oehr befindet sich ganz unten an dem bereits erwähnten Bolzen y des Liegers D′, ein an seinen Enden zusammengeschnallter, daher endloser Riemen k′ ist durch beide Oehre gezogen, und kann nach Erforderniß verkürzt oder verlängert werden. Die Schraube f′ trägt bei h′ eine kugelförmige Mutter, welche mit zwei Zapfen in der Gabel einer Zugstange g′ i′ lagert; es ist hiernach leicht, den Verbindungspunkt dieser Stange mit dem Hebel e′ f′ höher hinauf oder weiter herabzusetzen. Auch die Länge der Zugstange muß adjustirbar sein; und deshalb ist der Theil g′ derselben eine Schraube, auf welcher man das andere Stück i′ hin- und herschrauben kann; am entgegengesetzten Ende ist i′ an dem kleinen Krummzapfen l′ der im Gestelle Z liegenden Welle m′ eingehangen. Hieraus ersieht man, daß jede Umdrehung der ebengedachten Welle den Läufer E′ gegen den Lieger D′ Ein Mal herbewegen muß, worauf die Federkraft des Bügels H′ ihn sogleich wieder zurückführt bis an die durch den Lappen b′ gesetzte Grenze.

Das Fortschreiten der Scheere längs des Scheertisches, von einer Leiste des Tuches zur andern, findet in derjenigen Richtung

Statt, welche neben l′ der Fig. 1 durch den Pfeil angegeben ist. Hat so die Scheere den Weg über die Breite des Tuches durchlaufen, so muß sie vor dem Heraufziehen einer neuen Portion des Tuches, also zum Scheeren der folgenden Tischbreite, mit der Hand wieder zurückgeführt werden; damit sie hierbei nicht auf dem Tuche schleift, wird sie ein wenig von dem Tische in die Höhe gehoben, was mittelst einer am äußersten Ende des Liegers D′ angebrachten Vorrichtung (Fi. 1, 6) geschieht. An diesem Ende ist nämlich auf der Oberfläche des Liegers mittelst zweier Bolzen eine kleine Eisenschiene n′ angeschraubt, welche größtentheils von dem Gewichte l′ bedeckt wird: indem Letzteres auf seiner Grundfläche mit Vertiefungen zur Aufnahme der Schiene und der beiden Bolzenmuttern versehen ist, erhält es seine unverrückbare Lage auf dem Scheerblatte, und kann doch nöthigenfalls leicht abgehoben werden. Am äußeren Ende der Schiene n′ sitzt ein Heft o′, welches man anfaßt um die Scheere aufzuheben, welche dann nur noch einer Unterstützung bedarf, um von selbst erhoben zu bleiben. Hierzu ist ganz nahe an o′, nach unten gerichtet, ein gegliederter (bei q′ mit Charnier versehener) Kloben festgeschraubt, in welchem sich die auf dem Stabe M laufende Friktionsrolle p′ befindet. Hat man an o′ die Scheere aufgehoben, so wird das Knie des Klobens gerade gerichtet, und dieser dient nun als eine die Scheere tragende Stütze, während dieselbe in der dem Pfeile bei l′ entgegengesetzten Richtung fortgeschoben wird. Während des Scheerens hingegen, wobei die Fortrückung der Scheere dem Pfeile entsprechend Statt findet, bleibt der Kloben p′ q′ in Knieform gebogen (wie die Abbildungen ihn darstellen), und die Rolle schleift ohne Druck, wirkungslos, ihre Bahn M entlang.

Die zum Betriebe der Maschine angewendete Kraft treibt mittelst Handkurbel oder Riemenscheibe eine in besonderem Gestelle lagernde hölzerne Scheibe K′ um, über welche eine dicke Schnur ohne Ende, L′, geschlagen ist, welche zugleich eine zweite Scheibe M′ umfaßt. Um diese Schnur gehörig spannen zu können, befindet sich letztere Scheibe in einem um s′ drehbaren hölzernen Rahmen N′, durch dessen Oeffnung der schräg eingezahnte, an der Stütze P′ mit einem Drehpunkte versehene Holzstab O′ geht. Ein bei r′ horizontal in dem Rahmen steckender glatter und run-

der eiserner Bolzen dient als Stützpunkt für den vor ihm befindlichen Zahn des Stabes O′, so daß man nur nöthig hat, den Rahmen N′ angemessen stärker zu neigen, wenn man die Schnur L′ nachspannen will. Indem diese Schnur eine auf der Krummzapfenwelle m′ (Fig. 1) sitzende Scheibe Q Ein Mal ganz umschlingt, theilt sie dieser die drehende Bewegung mit, wodurch das Spiel der Scheere (nämlich die Bewegung des Liegers E′) entsteht, wie oben gezeigt wurde. Zugleich greift die Schraube ohne Ende t an eben dieser Welle in das messingene Zahnrad R′, um dessen in dem Bügel A stehende Achse 5 sich sonach eine Schnur 6 aufrollt, welche mit ihrem andern Ende an einem Pflocke S′ auf der Schlittenbahn P befestigt ist; der Schlitten R S mit allen seinen Theilen und der Scheere nähert sich hierdurch allmälig dem Punkte S′, bis das Tuch über seine ganze Breiten-Ausdehnung geschoben ist. Will man dann die Scheere auf ihren Ausgangspunkt zurückbringen, so muß hierzu die Schnur 6 sich wieder von der Achse 5 abrollen: um dieß zu gestatten, rückt man das Rad R′ von dem Schraubengewinde t′ aus, indem man die Achse 5 ein wenig in die Höhe hebt. Zu diesem Behufe steckt die gedachte Achse schiebbar einerseits in dem obern Querstück des Bügels A′, andererseits in dem Loche eines kleinen Kolbens 7 (Fig. 2, 4), unter welchem auf der Grundplatte von A′ die Pfanne für den stehenden Zapfen sich befindet. Damit aber in dem erhobenen Zustande die Achse nicht mit der Hand gehalten zu werden braucht, schiebt man ihr für so lange eine andere Pfanne unter, welche sich am kürzern Arme des Hebels 8 befindet, indem man den langen Arm dieses Hebels nach der Richtung des in Fig. 4 beigesetzten Pfeils bewegt.

Ueber die Geschwindigkeiten an dieser Maschine ist Folgendes zu bemerken. Das R′ enthält 76 Zähne, und da die Schraube ohne Ende t′ ein einfaches Gewinde ist, so geschehen 76 Umgänge des Krummzapfens l′, d. h. eben so viele Schnitte der Scheere, während die Achse 5 Ein Mal sich umdreht. Diese Achse hat 0.6 Zoll Durchmesser, mithin 1.88 Zoll im Umfange; die Scheere rückt also um 1.80 Zoll weiter, indeß 76 Schnitte Statt finden: auf 1 Zoll Tuchbreite schneidet demnach die Scheere 40 Mal. Hat die Scheibe Q′ 6 Zoll, K′ 9.5 Zoll Durchmesser, und macht

Letztere 144 Umläufe in einer Minute, so beträgt die Anzahl der Umläufe für Q′ 228; für die Achse 5 aber $\frac{228}{76} = 3$; wonach der Weg der Scheere in 1 Minute $3 \times 1.88 = 5.64$ Zoll ist. Zehn Minuten reichen dem zufolge hin, eine Tischbreite zu scheeren, wenn die Breite des Tuches zwischen den Leisten zu 56 Zoll ($1^7/_8$ Ellen) vorausgesetzt wird. Bringt man den Zeitaufwand für das Losmachen und Wiederaufspannen des Tuches, desgleichen zufällige kleine Störungen in Rechnung, so wird die gesammte Arbeitszeit auf Eine Tischbreite von 17 bis 18 Zoll eine Viertelstunde betragen. Ein Stück Tuch von 26 Ellen gibt 44 Tischbreiten, erfordert also 11 Stunden um vollständig Einen Schnitt zu bekommen. Die Leistung in 1 Stunde beträgt hiernach $\frac{26 \times 1^7/_8}{11}$ oder sehr nahe $4^1/_2$ Quadrat-Ellen geschorener Oberfläche. Eine Pferdekraft der Dampfmaschine reicht hin, um 20 bis 24 mechanische Scheertische gleichzeitig in Betrieb zu setzen.

2) Scheermaschine mit oscillirendem Zylinder (sogenannte amerikanische Scheermaschine, erfunden von Swift.) — In Einfachheit und Wohlfeilheit steht diese der vorstehend beschriebenen Art gleich, auch gibt sie ihr rücksichtlich guter Arbeitsleistung wenig oder nichts nach; dabei scheert sie aber schneller. Die Scheervorrichtung besteht aus einer geraden horizontalen unbeweglichen Messerklinge (dem Lieger), und aus einem damit parallelen, darüber liegenden hölzernen Zylinder, in welchem eine dünne Stahlschiene (der Läufer) auf der Kante stehend so befestigt ist, daß sie der Länge nach in Gestalt eines sehr steilen Schraubenganges hinläuft. Der Lieger ist eine 27 Zoll lange, 4 Zoll breite, etwa drei Linien dicke, aber an der einen langen Seite messerartig dünn auslaufende, scharf zugeschliffene Schiene, entweder ganz aus Stahl gemacht, oder von Eisen geschmiedet und angestählt. Der Zylinder hat die gleiche Länge, ist 2 Zoll dick, und nach der erforderlichen Schraubenlinie mit einer Furche versehen, in welcher mittelst sechs Schrauben der Läufer befestigt wird. Dieser besteht aus einem Stahlblatte von 1 Linie Dicke, beinahe 2 Zoll Breite, dessen Breitenrichtung überall radial zum Zylinder steht, woraus (als Folge der schraubengangartigen Windung) eine windschiefe Gestalt hervorgeht. Neun

Linien tief steckt dieses Blatt in dem Zylinder; 14 Linien weit steht es aus demselben hervor, sofern seine Breite noch nicht durch Nachschleifen vermindert ist. Der Läufer beschreibt in der ganzen Länge des Zylinders nicht mehr als ein Sechstel eines Schraubenganges; seine äußere Kante ist zugeschärft, aber nicht messerähnlich, sondern eher nach Art eines Hobeleisens, durch eine kurze Facette auf derjenigen Seite, welche von dem Lieger abgewendet steht. Der Lieger befindet sich in beinahe horizontaler Ebene, die Breitenrichtung des Läufers oszillirt um die vertikale Stellung. Der Mechanismus ertheilt nämlich dem Zylinder mittelst der Zugstange eines Krummzapfens eine schnelle Drehung um seine Achse vor- und rückwärts, wobei ein Bogen von 60 Grad hin und zurück durchlaufen wird, alle Punkte der Läuferkante nach der Reihe (von einem Ende bis zum andern) über die Schneide des Liegers gegen dessen Fläche hineinstreifen, und das vor dieser Schneide aufgerichtete Haar des Tuches abschneiden. Diese schneidende Wirkung findet Statt, indem der oscillirende Läufer gegen den Lieger hin sich bewegt; der Rückgang ist wirkungslos, wie das Oeffnen einer gewöhnlichen Scheere. Vermöge der gewundenen Gestalt des Läufers durchschneidet die Läuferkante die Liegerschneide unter einem sehr spitzigen Winkel (nicht ganz 5 Grad, sofern man den Abstand von der Zylinderachse zu der Läuferkante = 26 Linien annimmt); Beide berühren sich hiernach stets nur in Einem Punkte, und an dieser Berührungsstelle schließt die Ebene des Liegers mit einer von da auf dem Läufer nach der Zilinderachse gezogenen Geraden einen Winkel ein, welcher unbedeutend kleiner als 90 Grad ist. Lieger und Läufer zusammen sind in einem hölzernen Rahmen angebracht, welcher um eine Drehachse aufgehoben (in die Höhe gekippt) werden kann, wenn man den Scheer-Apparat von dem Tuche entfernen will. Letzteres ist mittelst stählerner, in die Leisten eingreifender Haken auf ähnliche Weise wie bei der Handscheererei und in der auf Taf. 473 abgebildeten Scheermaschine aufgespannt, nur nicht auf einem gepolsterten Tische, sondern in einem horizontalen Rahmen, nur unterhalb der Linie, welche oben die Liegerschneide beschreibt, durch eine hölzerne Walze unterstützt, um der Wirkung des Scheerapparates nicht durch Senkung ausweichen zu können. Der

Rahmen mit dem ausgespannten Tuche bewegt sich sammt seinem (mittelst Rädern auf eisernen Gleisen laufenden) Gestelle langsam unter dem Scheerapparate — nach der Breitenrichtung des Tuches, welche mit der Liegerschneide einen rechten Winkel bildet — fort, während der Zylinder nebst dem Lieger an seinem Platze bleibt. Die nicht aufgespannten Theile des Tuches (sowohl der bereits geschorene als der noch zu scheerende) sind auf Walzen aufgerollt. Jedes Mal, wenn das Scheeren von Leiste zu Leiste beendigt ist, hebt sich der Scheerapparat mit seinem aufkippenden Rahmen von selbst in die Höhe; der Arbeiter spannt dann eine neue Tischbreite von 24 Zoll ein, und rollt die eben bearbeitete auf. Das Zurückführen des beweglichen Gestells an seinen anfänglichen Platz, wo die Arbeit von Neuem beginnt, geschieht durch Menschenhand.

Die Maschine zu treiben, reicht die Kraft eines Knaben an der Kurbel hin; eine Pferdekraft kann 25 bis 30 Maschinen in Gang setzen. Ein Tisch von 24 Zoll $1\frac{7}{8}$ Ellen breiten Tuches wird in 8 Minuten geschoren, es können also stündlich (mit Rücksicht auf die in der Sache liegenden und sonstigen unvermeidlichen Unterbrechungen) 5 Tische oder 4 Ellen, d. i. $7\frac{1}{2}$ Quadrat-Ellen bearbeitet werden (im Verhältnisse von 3 : 5 mehr, als auf einer Scheermaschine mit gewöhnlicher Scheere). Das Tuch rückt unter dem Lieger 7 Zoll in 1 Minute fort, und in dieser Zeit vollbringt der Zylinder 420 doppelte Schwingungen (der ihn treibende Krummzapfen so viel Umgänge), so daß 60 Schnitte auf 1 Zoll Tuchbreite gemacht werden. Es muß indessen bemerkt werden, daß wegen der harten (durch eine Holzwalze gebildeten) Unterlage des Tuches die Schnitte nicht so tief in dasselbe eingreifen dürfen, als beim Scheeren auf einem verhältnißmäßig weichen gepolsterten Tische, weßhalb die wirkliche Leistung der amerikanischen Maschine vielleicht höchstens um ein Drittel höher anzuschlagen ist, als die einer gewöhnlichen Scheere bei Handscheererei oder auf dem mechanischen Scheertische, Taf. 473. — Eine nähere Beschreibung und sehr vollständige Abbildungen der amerikanischen Scheermaschine enthalten die Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, VIII. Jahrgang, 1829, S. 231.

3. Zylinder-Scheermaschinen mit drehender Bewegung (auch schlechtweg Zylinder genannt). — Das Prinzip dieser gegenwärtig am allerhäufigsten, und in den meisten Fabriken ausschließlich, angewendeten Gattung Scheermaschinen ist mit jenem der vorstehenden amerikanischen Maschine von Swift insofern übereinstimmend, als auch hier die scheerenartige Wirkung, welche die auf einem Zylinder angebrachte, in einer Schraubenlinie gestellte, Stahlklinge im Vorbeistreifen an einem geraden darunter befindlichen und zur Zylinderachse parallelen Messer ausübt, zu Grunde liegt; allein der Zylinder besteht aus Schmiedeisen, und dreht sich in Berührung mit dem Lieger (Contremesser) stetig nach Einer Richtung mit großer Geschwindigkeit um. Dieser letztere Umstand hat naturgemäß mehrere andere wesentliche Verschiedenheiten in seinem Gefolge. Zuerst leuchtet ein, daß, weil keine rückgängige Drehung des Zylinders Statt findet, der durch diese bei der amerikanischen Maschine eintretende und die Hälfte der wirklichen Arbeitszeit betragende Zeitverlust vermieden ist. Zweitens steht bei kontinuirlicher Drehung, welche einer vollkommenen mechanischen Einrichtung überhaupt besser entspricht als das Oscilliren, nichts im Wege, die Drehgeschwindigkeit des Zylinders bedeutend größer zu machen. Drittens ergibt sich von selbst die höchst vortheilhafte Modifikation, mehrere Klingen (Messer, Scheermesser oder Federn) auf dem Zylinder anzubringen, der hierdurch gleichsam die Beschaffenheit einer mehrfachen Schraube (mit den Messern als Gewindegängen) erhält. Endlich kann ohne Verlust an Kraft- und Zeitaufwand jedes Messer am Zylinder in einer weniger steilen Schraubenlinie gestellt sein; alsdann ist freilich ein größerer Bogen der Umdrehung erforderlich, bis ein bestimmtes Messer von seinem Anfange bis zu seinem Ende an der Liegerschneide gewirkt hat, allein in der Zwischenzeit arbeiten auch die anderen Messer, und wenn jedes z. B. zwei volle Schraubenumgänge bildet, so schneidet es stets mit zwei Punkten gleichzeitig. Gewöhnlich sind auf dem Zylinder 4 oder 6 Messer vorhanden, manchmal bis 12 oder im Gegentheil auch nur 2. Sie werden aus Stahlblech in Kreisbogenform — nach empirisch ausgemitteltem oder auch berechnetem Krümmungshalbmesser — zugeschnit-

ten und, beim Einsetzen in die Furchen des Zylinders, mit der Zange gehörig windschief gebogen *). Je größer die Anzahl der Messer, je schneller die Umdrehung des Zylinders, und je länger dieser Letztere ist, desto beträchtlicher wird die Leistung der Maschine für gleiche Zeit, in welcher Beziehung jedenfalls sehr bedeutend das durch die Handscheere, den mechanischen Scheertisch und die amerikanische Scheermaschine Erreichbare übertroffen wird. Doch ist es ein wesentlicher Umstand, die Zylinder=Scheermaschine sehr schwach angreifen, in Folge sehr genauer Stellung des Scheerapparats gegen das Tuch nur die äußersten Haar=Endchen fassen zu lassen, widrigenfalls eine ungleich und unsauber geschorene Fläche entsteht, indem alsdann das Haar mehr abgerupft als eigentlich abgeschnitten wird. Man zieht es daher noch jetzt öfters vor, feinen Tuchen die allerletzten Schnitte nicht auf Zylindermaschinen, sondern auf einem mechanischen Scheertische (Taf. 473) zu geben, obschon in neuerer Zeit hinsichtlich der Einrichtung wie der Gebrauchsweise der Zylindermaschinen Fortschritte gemacht worden sind, welche deren Leistung gegen früher bedeutend vervollkommnet haben.

Es sind zwei Arten der Zylindermaschinen gebräuchlich, nämlich Transversal= und Longitudinal=Scheermaschinen.

Bei den Transversal=Maschinen, welche weit überwiegend im Gebrauche sind, befindet sich gewöhnlich der Scheer=Apparat (Zylinder und Lieger) auf einem mit Rädern versehenen Wagen, und bewegt sich quer über das Tuch, von Leiste zu Leiste, wie die Scheere beim Handscheeren und auf dem mechanischen Scheertische; seltener ist die Einrichtung so getroffen, daß der Scheerapparat an seinem Platze bleibt und hingegen das Tuch unter ihm fortrückt, wie bei der amerikanischen Scheermaschine. In einem wie in dem andern Falle gehen die einzelnen Schnittlinien in der Längenrichtung des Tuches, und Letzteres muß tischweise aufgespannt werden, wodurch viel Zeit verloren wird. — Bei

*) Eine Anleitung zur Berechnung des Krümmungshalbmessers findet man in den Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, 20. Jahrgang, 1841, S. 113; daraus in Hülsse's polytechnischem Centralblatt, 1842, Bd. 1. S. 166.

den Longitudinal-Maschinen bewegt sich das Tuch seiner Länge nach ununterbrochen unter dem Scheerapparate hin, welcher Letztere seinen Platz nicht verläßt und eine solche Länge hat, daß er sich von einer Leiste des Tuches bis zur andern erstreckt: die Schnittlinien liegen also hier quer über das Tuch. Diese Maschinen arbeiten schneller als die Transversal-Maschinen, so wohl weil der Zylinder länger ist (und dem Prinzipe nach sein muß), als weil keine Unterbrechung durch Aufspannen des Tuches Statt findet, und der Zylinder rascher umgetrieben zu werden pflegt; aber ihre Arbeit ist im Allgemeinen weniger schön, indem einerseits schon die große Geschwindigkeit der Bewegung ein reines gleichmäßiges Abschneiden der Haare erschwert, und anderseits kleine Unregelmäßigkeiten (welche in dieser Beziehung unvermeidlich sind) wegen der querlaufenden Schnittlinien nicht so durch den Strich des Tuches zugedeckt werden, wie dieß bis zu gewissem Grade dann der Fall ist, wenn die Schnittlinien in der Richtung des Striches liegen. Da außerdem wegen der großen Länge, welche die Schneiden oder Messer zur Arbeit auf breiter Waare haben müssen, deren Herstellung und genaue Adjustirung erschwert ist, so trifft man Longitudinal-Scheermaschinen hauptsächlich nur da an, wo es sich um wohlfeilere Tuchgattungen und um streichwollene Stoffe von geringerer Breite (die nicht eigentliches Tuch sind) handelt.

Zur nähern Kenntniß der Transversal-Zylinder-Scheermaschine sind die Abbildungen Taf. 474 und 475 bestimmt. Auf Ersterer stellt Fig. 1 einen Längenaufriß der ganzen Maschine, Fig. 2 die eine Endansicht, Fig. 3 einen Querdurchschnitt, Fig. 4 (nach doppelt so großem Maßstabe) Theile eines Längendurchschnitts vor. Taf. 475 zeigt in Fig. 1 die ganze Maschine im Grundrisse, in Fig. 2 einige Details. Die Beschreibung wird übersichtlicher, wenn man sie nach den Hauptgegenständen in die Erklärung des unbeweglichen Gestells, der Vorrichtung zum Aufspannen des Tuches, des Scheerapparats und des Betriebsmechanismus abtheilt.

Das unbewegliche Gestell ist aus zwei ganz gleichen durchbrochenen gußeisernen Seitenwänden I und II gebildet, welche durch fünf hölzerne Querriegel mit einander verbuuden sind

und einen großen horizontal liegenden, ebenfalls hölzernen, Rahmen tragen. Von jenen Querriegeln sind an dem in Fig. 2, Taf. 474 vorgestellten Ende die zwei mit III und IV bezeichneten angebracht, am andern Ende zwei hiermit korrespondirende, deren oberster in Fig. 3 derselben Tafel bei III' erscheint; in der Mitte befindet sich nur einer, bei V, Fig. 1. und 3. Der den obern Theil des Gestells bildende Rahmen besteht zunächst aus zwei starken gleichen Querstücken VI und VII, welche an den Enden der eisernen Wände verbolzt sind; ferner aus zwei auf jenen Querstücken festgeschraubten Langhölzern X und XI; aus einem zwischen diesen befestigten Riegel IX; endlich einem eben solchen Riegel VIII, welcher in Nuthen der Langhölzer sich verschieben kann, dabei aber stets zu IX parallel bleibt.

Vorrichtung zum Aufspannen des Tuches. — Die durch den gegenseitigen Abstand der Langhölzer X, XI gegebene Breite des eben beschriebenen Rahmens bestimmt die Länge derjenigen Tuchportion, welche zur Zeit der Einwirkung des Scheerapparats ausgesetzt ist. Die Breite des Tuches reicht von dem Riegel IX nach dem Riegel VIII, an welchen Beiden die Leisten durch Aufstechen auf stählerne Spitzen befestiget werden; die schon erwähnte Schiebbarkeit des Riegels VIII ist das Mittel zur Anspannung des Tuches in seiner Breitenrichtung.

Zwei hölzerne Walzen A, E, mit eisernen Achsen, dienen zum Aufrollen des Tuches vor und nach dem Scheeren. Auf A befindet sich der noch nicht geschorene Theil, welcher von hier in B schräg aufwärts, außen um das Langholz XI des Rahmens herum, in C horizontal hinüber nach dem Langholze X, außen an diesem in D herab und endlich auf die Walze E geht. Beide Walzen sind, zur Festhaltung des Tuches beim Anfang des Aufrollens, mit einer zur Achse parallelen Reihe kurzer scharfer Stahlspitzen versehen, wie man bei a, a in Fig. 3 (Taf. 474) angedeutet sieht. Beim Scheeren führt man das Tuch tischweise (d. h. in Portionen von einer Länge gleich jener des Scheerzylinders) von A auf B über; an jedem Ende des Stückes ist ein Vorstoß von Leinwand angeheftet, womit es beim Beginn und beim Schluß bis an die betreffende Walze reicht. Die jeweilig in C horizontal aufgezogene Portion muß gehörig straffgehalten werden,

deshalb sind die Walzen mit eisernen Sperr-Rädern F, G und Sperrkegeln H, H versehen; die Kurbeln J, J dienen zur Umdrehung um das Tuch aufzurollen.

Die Spannung in der Breitenrichtung bekommt das Tuch auf folgende Weise, — s. Fig. 1 bis 4 auf Taf. 475. Auf der obern Fläche des Riegels IX ist eine Eisenschiene b angeschraubt, mit welcher eine zweite etwas schmälere Schiene f durch zwei Charnierbänder d, d zusammenhängt. Die Querdurchschnitte Fig. 3 und 4 — ersterer nach $\alpha\ \beta$, letzterer nach $\gamma\ \delta$ der Fig. 2 genommen — geben diese Anordnung deutlich zu erkennen, zumal in Fig. 4 die obere Schiene f in die Höhe geklappt erscheint, wie sie beim Einbringen des Tuches sein muß. Auf b stehen nahe am Rande, in einer geraden Reihe und 16 Linien von einander entfernt, kurze scharfe Stahlspitzen, welche beim Niederlegen von f in nur dazu bestimmte kleine Löcher dieser Schiene eintreten. Nachdem man die Leiste des Tuches auf die Spitzen aufgestochen und f niedergelegt hat, muß diese Art Zange durch eine besondere Vorrichtung fest geschlossen und gegen alles zufälliges Öffnen gesichert werden, so daß sie den Rand des Tuches eingeklemmt hält. Zu dem Ende sind in b und f vier korespondirende länglich viereckige Löcher c ausgearbeitet; in der untern Fläche des Holzes IX aber liegt versenkt ein eisernes Lineal g, welches neben Fig. 2 am Rande der Kupfertafel im Aufrisse gezeichnet ist, und vier eiserne, durch die Löcher c gehende Hacken e trägt. Fig. 2 selbst gibt durch punktirte Linien den Grundriß des Lineals an, so wie die vier eisernen Leitungen, für dessen in der Längenrichtung Statt findende Schiebung. Um diese Schiebung zu bewerkstelligen, greift ein Stift des Lineals in einen kleinen Schlitz am Ende des um i drehbaren zweiarmigen Hebels h. Wird nun Letzterer so bewegt, wie der Pfeil in Fig. 2 andeutet, so schiebt sich das Lineal g dergestalt, daß die Köpfe der Hacken e außen auf der Schiene f über den vor ihnen befindlichen Rand der Löcher c treten und somit f auf b niederhalten. Durch ein entgegengesetztes Rücken an h führt man leicht die Hacken wieder in die Stellung zurück, bei welcher sie das Aufklappen der Schiene b gestatten. Zwischen Fig. 2 und den gleichen Theilen in Fig. 1 ist nur der Unterschied, welcher aus den eben erwähnten Stellungen der Hacken e hervor geht.

An dem beweglichen Riegel VIII des Tuchrahmens befindet sich eine der beschriebenen völlig gleiche Vorrichtung, welche in Fig. 1 deutlich sichtbar, aber nicht mit Buchstaben bezeichnet ist, da sie keiner weitern Erklärung bedarf. Um übrigens das Tuch auch da, wo es auf den Rahmhölzern VIII. IX aufliegt, gehörig an den Leisten zu fassen, sind noch vier besondere eiserne zweiarmige Hebel kl, kl, np, np (vergl. Fig. 1, Taf. 474) vorhanden, welche in der Mitte ihrer Länge den Drehpunkt haben, an den Enden bei l und n ein niederwärts gerichtetes scharfspitziges, in die Tuchleiste einstechendes, Häckchen bilden, und durch Federn m. o unter den Armen k, p stets in solcher Lage erhalten werden, daß man letztgenannte Arme niederdrücken muß, um die Hackenspitze aus dem Tuche zu lösen.

Das in den beiden Zangen und überdieß mittelst der eben erwähnten Häckchenhebel befestigte Tuch wird dadurch in die nöthige Spannung gesetzt, das man den Riegel VIII in gehörigem Maße nach auswärts bewegt, d. h. von IX weiter entfernt. Hierzu dient eine dünne, horizontal liegende, hölzerne Walle K (Fig. 1, Taf. 475), welche mittelst zweier in der Mitte kreuzweise durch sie gesteckter Stöcke umgedreht werden kann, mit Sperr-Rad r und Sperrkegel s versehen ist, außerdem aber zwei Getriebe q, q trägt. Der Ort für Letztere ergibt sich genauer durch den punktirten Kreis q in Fig. 1 der Taf. 474. Zwei andere Getriebe M, M sind inwendig an den Langhölzern X, XI des Tuchrahmens angebracht (s. Fig. 1, 3, Taf. 474). Zwei Vaucanson'sche oder Band-Ketten sind jede über eins der Getriebe q und eins der Getriebe M geschlagen. Man sieht in Fig. 1 Taf. 475 nur einen kleinen Theil dieser Ketten bei L, L; ihren ganzen Verlauf aber deutet die punktirte Linie L in Fig. 1 Taf. 475 an. Jede Kette ist mit ihrem Anfange bei t am obern und äußern Rande des Riegels VIII eingehängt, geht von hier um das Getrieb q, unterhalb nach dem Getriebe M hin, wendet sich um dieses nach oben, und hat den Befestigungspunkt u ihres Endes am untern und innern Rande des schon erwähnten Riegels VIII. Betrachtet man diesen, der zwischen Anfang und Ende der Ketten eingeschaltet ist, als einen Theil derselben, so hat man in der That zwei Ketten ohne Ende, welche vermöge Umdrehung der Welle K (und

Getriebe q, q) in zirkulirende Bewegung gesetzt werden, hierbei aber den Riegel VIII dergestalt von seinem Platze bewegen, daß das Tuch C in seiner Breitenrichtung entweder angespannt oder nachgelassen wird.

Der Scheerapparat besteht aus dem Zylinder nebst Lieger, dem zur Anbringung Beider dienlichen Gestelle, und einem Wagen, auf welchem das Ganze quer über das Tuch fortbewegt werden kann. Eine Ansicht des Zylinders N zeigt auf Taf. 475 die Fig. 5; einen Querdurchschnitt desselben findet man in Fig. 6, und nach größerem Maßstabe auf Taf. 474 in Fig. 4. Er ist von Eisen geschmiedet und sorgfältig abgedreht, 2 Zoll dick, mit langen Zapfen versehen, deren jeder einen aufgeschobenen durch eine Druckschraube befestigten Ring v trägt. Diese Ringe werden, wie Fig. 1, Taf. 475, zu erkennen gibt, so gestellt, daß sie sich gegen die Lager von außen anlehnen, um während der Achsendrehung jede Verschiebung in der Längenrichtung zu verhindern. Auf dem äußersten Ende des längern Zapfens sitzt eine eiserne, durch Einkerbungen das Gleiten der über sie geschlagenen Schnur verhindernde Rolle O. In schraubengangförmige Nuthen des Zylinders sind die Messer oder Federn 1, 2, 3, 4 eingesetzt, Stahlblechstreifen von einer halben Linie in der Dicke und 1 Zoll Breite, welche durch neben ihnen in die Nuthen eingetriebene Messingstäbchen festgehalten werden, und 8 Linien weit hervorstehen. Auf der Zylinderlänge von 40 Zoll bildet jedes Messer genau zwei (linke) Schraubenwindungen, wovon die Folge ist, daß in jedem Augenblicke acht Punkte der Messer gleichzeitig gegen die zur Achse parallele Liegerschneide wirken, und Letztere die Messer unter Winkeln von 27° 38' kreuzt. In dem Maße, wie der Zylinder durch Nachschleifen der Messer am Durchmesser etwas verliert, wird dieser Winkel noch ein wenig spitzer. Eine Schneide haben die Messer des Zylinders nicht, sondern ihre schmale (nur ½ Linie messende) Kantenfläche macht mit beiden Seitenebenen rechte Winkel, da sie nicht bestimmt sind selbst zu schneiden, sondern nur das Haar des Tuches fassen und gegen die scharfe Schneide des Liegers ziehen sollen, durch welche es abgeschnitten wird. Hierin herrscht also eine vollkommene Ähnlichkeit mit den Blättern einer Hand-Tuchscheere, von deren Blättern (wie früher erörtert) auch nur das Eine schneidig ist.

Der Lieger (das Gegenmesser) P besteht aus einer 40 Zoll langen, nahe 3 Zoll breiten und etwa 1 Linie dicken Stahlklinge, welche auf der untern Seite ganz flach, dagegen von oben her durch eine Facette zugeschärft ist. Die so entstehende Schneidkante befindet sich mitten unter dem Zylinder und parallel zu dessen Achse. Der ihr gegenüber liegende stumpfe Rücken der Klinge ist zwischen zwei Eisenschienen w, x eingeschlossen und fest eingeklemmt, indem w mittelst eilf Schrauben auf x befestigt, x selbst aber von unten her durch sieben versenkte Schrauben mit der parallelepipedischen Eisenstange Q zu einem Ganzen verbunden ist.

Diese Stange Q bildet einen Theil des nun zu erörternden Gestells für den Scheerapparat, und hängt drehbar mit ihren Enden zwischen zwei Spitzenschrauben e′, e′ des Wagens. An ihr sind die beiden starken schmiedeisernen Arme R, R befestigt, indem diese in Schraubenspindeln y auslaufen, welche durch glatte in der Vertikalrichtung längliche Löcher (Schlitze) von Q gehen, und hinter- wie vorderhalb derselben mit Stellmuttern versehen sind. Fig. 4, Taf. 474, gibt diese Verbindung am deutlichsten zu erkennen. Die genannten Arme sind durch eine Stange a′ mit einander verbunden und enthalten die mit Oelnäpfchen c′ versehenen messingenen Lager des Zylinders N, so daß vermittelst der Stellmuttern die Lage des Zylinders gegen die Liegerschneide P sowohl durch Heben und Senken als durch horizontale Versetzung auf das Genaueste zu berichtigen ist. Um noch sicherer für die Festigkeit der so adjustirten Stellung zu sorgen, hat man in der Stange Q für jede der Spindeln y zwei Druckschauben angebracht, welche von oben und unten gegen dieselbe wirken: eine der oberen Druckschrauben ist bei k′, Fig. 4 (Taf. 474) zu sehen; die beiden oberen erscheinen in Fig. 1 (Taf. 475) durch die den Grundriß ihrer Köpfe vorstellenden kleinen Quadrate neben k′, k′ ausgedrückt. Jeder der Arme endigt in Gestalt eines Handgriffs S, an welchem man den Rahmen Q R R a′ sammt dem Scheerapparate (Zylinder und Lieger mit einander) durch die Drehung um e′, e′ vom Tuche in die Höhe heben kann. Um den Apparat in der aufgehobenen Lage zu unterstützen, legt man die Schnäbel U zweier sperrhakenartiger Hebel TU, TU, welche an einer durch die Arme R, R gehenden Achse z festsitzen, in eine Kerbe d′ der

auf dem Wagen stehenden Träger X X. Beim Herablassen des Scheerapparats wird dessen Annäherung an die Tuchoberfläche dadurch begrenzt, daß zwei in den Armen R eingeschraubte Stellschrauben V mit ihren unteren Enden auf den Wagen sich stützen. Die Adjustirung dieser Schrauben muß sehr genau geschehen und ganz sicher beibehalten werden, weshalb jede Schraube oben mit einer 12 Randeinschnitte enthaltenden eisernen Scheibe W versehen ist, und ein auf R stehender Federeinfall b′ in den vor ihm befindlichen Einschnitt gelegt wird. Die Höhe eines Schraubenganges auf V beträgt 1 Linie, ein Zwölftel der Umdrehung (wie es dem Weitersetzen des Einfalls b′ um Einen Einschnitt entspricht) hebt oder senkt also den Apparat an dieser Stelle um $1/_{144}$ Zoll; da nun aber die Achse des Scheerzylinders von dem durch die Spitzenschrauben e′, e′ gegebenen Drehpunkte nur 4 Zoll entfernt ist, während der Abstand der Stellschrauben V vom Drehpunkte 7 Zoll beträgt, so reduzirt sich die Hebung oder Senkung des Scheerapparates auf $1/_{252}$ Zoll oder den 21sten Theil einer Linie für jeden einzelnen Einschnitt der Scheiben W. Um die Messer des Zylinders und die Liegerschneide in geringem Maße aber fortwährend mit Oel zu versehen (zu spicken), wodurch die Arbeit sehr erleichtert wird, bedeckt man die obere Hälfte des Zylinders mit einer Kappe von Weißblech, welche die Gestalt einer umgestürzten halbzylindrischen Rinne hat, und mittelst zweier an ihren Enden befindlichen Zapfen in den von der Stange Q vorspringenden Lagern YY unterstützt wird. Im Innern der Kappe ist, deren ganzer Länge nach, oben ein Streifen Hutfilz mit der einen Seite angenäht, dessen andere Seite frei auf den Zylinder herabhängt und mit Olivenöl fett erhalten wird, so daß die stets an dem Filze hinstreichenden Messer sich genügend einfetten, ohne jedoch Fettflecken auf dem Tuche zu verursachen. Statt der Blechkappe und des Filzes wird oft nur eine den Zylinder berührende flache Lederdecke angebracht, welcher man von Zeit zu Zeit Oel gibt.

Der Wagen des Scheerapparats besteht aus zwei durch ein großes gußeisernes Mittelstück A′ verbundenen gußeisernen Wangen Z, Z, welche mittelst der rundum ausgefurchten messingenen Räder l′, l′ auf den Kanten der schmiedeisernen Gleisschienen

o′, o′ laufen. Letztere sind, wie besonders Fig. 3 (Taf. 474) zu erkennen gibt, auf den inneren Flächen der gußeisernen Gestellswände I, II befestigt und ragen so hoch über dieselben hervor, daß die Räder nicht jene Wände selbst berühren. Fast der halbe Umkreis der Räder findet in von unten hineingearbeiteten Vertiefungen der Wangen Z Platz; auf ihren eisernen Achsen ruhen die Wangen mit entsprechenden halbrunden Ausschnitten ohne weitere Verbindung (s. Fig. 1, Taf. 474). Auf den Wangen stehen die schon oben erwähnten (durch eine Stange w′ mit einander verbundenen) Träger X, X und außerdem zwei niedrige Ständer h′, h′ unbeweglich (Letztere aus Einem Ganzen mit Z gegossen). Dagegen sind die zwei etwas höheren Ständer f′, f′ (in welchen die zwischen sich die Stange Q haltenden Spitzenschrauben e′, e′ angebracht sind) beweglich, indem jeder unten durch einen Schlitz der Wange hindurchgeht, mit einer kurzen Schraubenspindel endigt, und beim Anziehen der vorgelegten Mutter g′ (Fig. 1, Taf. 474) festgeklemmt wird. Dieß geschieht, nachdem man mittelst der an f′ angebrachten, durch h′ gehenden, mit zwei Stellmuttern versehenen Schrauben i′ i′ den Scheerapparat (d. h. Zylinder und Lieger) gegen das unter dem Tuche befindliche, sogleich zu beschreibende Bett adjustirt hat. Zwei von den Ständern f′ vorspringende Arme p′, p′ sind durch den horizontalen Eisenstab q′ mit einander verbunden; an diesem faßt man mit der Hand an, um den ganzen Wagen längs des Gestells der Maschine fortzubewegen, wenn der Scheerapparat nach vollendetem Scheeren einer Tischbreite auf seinen Ausgangspunkt zurückgeführt werden muß, um dann einen neu aufgespannten Theil des Tuchs zu bearbeiten.

Die Gestalt des Mittelstücks A′, welches die Wangen Z, Z zu einem Ganzen vereinigt, sieht man vollständig in Fig. 3 der Taf. 474, womit Fig. 1 bei A′ A′ zu vergleichen ist. Es ist ein Bügel mit zwei großen runden Oeffnungen, innerhalb welcher die Tuchwalzen A, E liegen. Die obersten Enden n′ der gerade aufsteigenden Theile zu beiden Seiten breiten sich Tförmig aus (s. die Punktirung in Fig. 1), und sind mittelst Schrauben wie m′, m′, Fig. 1, auf den innern Flächen der Wangen Z, Z befestigt. Die erwähnten runden Oeffnungen sind nicht rundum geschlossen, sondern haben für die Langhölzer X, XI des Tuchrahmens geräumige

Durchschnitte, indem die Enden n′ außerhalb jener Hölzer sich erheben, das horizontale Oberstück B′ hingegen innerhalb etwa 1 Zoll weit von denselben absteht. Mit diesem Oberstücke sind durch fünf Schrauben wie u′ zwei schmiedeiserne Schienen r′, s′ verbunden, welche ganz nahe (jedoch nicht bis zur Berührung) an X und XI hin reichen; der obere Rand von s′ ist halbzylindrisch abgerundet und mit einer Tuchbekleidung versehen, welche vermittelst zweier schmaler Schienen 5, 6 und elf Befestigungsschrauben wie t′ gehalten wird. Der zum Scheeren in horizontaler Ebene aufgespannte Theil C des Tuches ist, indem er auf der Rundung des Bettes s′ liegt, genöthigt sich an dieser Stelle ein wenig zu erheben, so daß die Schneide des Liegers P die vor ihr befindlichen Härchen recht gut faßen kann. Indem nun der Scheerapparat oberhalb, das Bett unterhalb des Tuches gleichmäßig fortschreiten und, als Theile desselben Ganzen, stets die nämliche Lage gegen einander behalten, werden nach und nach alle Stellen von einer Leiste bis zur andern dem Abscheeren ausgesetzt.

Der **Betriebsmechanismus** hat nebst dieser fortschreischreitenden Bewegung des Wagens und Scheer-Apparates auch die gleichzeitige schnelle Achsendrehung des Scheerzylinders N hervorzubringen. C′ ist eine Scheibe, welche durch einen darüber gelegten Riemen ohne Ende Bewegung empfängt, und deren mit dem Schwungrade D′ versehene Achse am vorderen Ende die Riemenscheibe E′ trägt. Von dieser geht ein Riemen F′ hinab um die kleine eiserne Riemenscheibe H′, welche aus loser und fester Scheibe besteht, um durch Verschiebung des Riemens augenblicklich die Maschine abzustellen oder anzulaßen, während E′ 'n steter Umdrehung bleibt. An derselben Achse mit H′ sitzt eine große eiserne Schnurrolle G′, und ihr gegenüber am andern Ende der Maschine befindet sich eine kleinere I′: über diese beiden Rollen ist eine 6 Linien dicke Schnur ohne Ende M′ gelegt, welche auf ihrem Wege die Rolle O des Scheerzylinders Ein Mal ganz umschlingt, und vermittelst der am Hebel L′ angebrachten, nach Bedürfniß zu erhebenden Spannrolle K′ die nöthige Spannung erlangt. Diese Schnur ertheilt also der Rolle O und dem Scheerzylinder N′ die Umdrehung nach der Richtung des in Fig. 1

und 4, Taf. 474 beigesetzten Pfeils. Da der wirksame Durchmesser von O 2 Zoll, von G′ 23 Zoll, von I′ 8½ Zoll beträgt, so macht der Zylinder 11.5 Umläufe durch jeden Umgang der Riemenscheibe H′, und auf 4.25 Zylinder-Umläufe kommt 1 Umgang der Rolle I′. Letztere enthält nahe am entgegengesetzten Ende ihrer Achse N′ einige Schraubengänge v′, welche als Schraube ohne Ende in ein eisernes Rad O′ von 104 Zähnen eingreifen. Die mitten unter der Maschine hingehende Welle P′ dieses Rades trägt nahe an ihren Enden zwei ganz gleiche eiserne Trommeln Q′ und R′ von 6½ Zoll Länge und 5.7 Zoll Durchmesser. Vier Schnüre S′, T′, W′, X′ sind, zu jeder Seite der Maschine zwei, an den gerade aufsteigenden Enden des Wagenbügels A′ (unterhalb n′, Fig. 3, Taf. 474) befestigt, über die in geneigter Lage angebrachten Leitungsrollen V′, ′, Z′, Y′ geführt, endlich an den Trommeln Q′, R′ wieder befestigt und dergestalt aufgewickelt, daß zwar die zwei Schnüre derselben Trommel in gleichem Sinne um diese herumlaufen, jedoch die Lage der Schnüre auf der einen Trommel jener der Schnüre auf der andern Trommel entgegengesetzt ist. Wenn die Maschine arbeitet, so drehen sich der Scheerzylinder, die Rolle I′ und die Trommeln Q′R′ nach denjenigen Richtungen um, welche in Fig. 1, 2, 3, 4 (Taf. 474) durch Pfeile angezeigt sind. Unter diesen Umständen werden die Schnüre S′, T′ auf die Trommel Q′ auf-, hingegen die Schnüre W′, X′ von der Trommel R′ abgewickelt, dieß hat zur Folge, daß der Scheerapparat in dem Sinne des Pfeils $A^2$ (Fig. 1, Taf. 474 und 475) über das Tuch fortschreitet. Unter Zugrundelegung oben mitgetheilter Zahlen findet man, daß während Eines Umganges der Trommeln Q′, R′ der Scheerzylinder 104 × 4.25, d. i. 442 Mal um seine Achse sich dreht. Die vier Messer oder Federn des Zylinders machen bei jedem Zylinderumlaufe eben so viel Schnittlinien über das Tuch, von dem einen Ende des Zylinders zum andern; bei 442 Umläufen geschehen also 1768 Schnitte. Vermöge ihres Durchmessers = 5.7 Zoll zieht mit Einer Umdrehung die Trommel Q′ 17.9 Zoll von jeder ihrer Schnüre an; R′ läßt eine eben solche Länge los, und es schreitet der Scheerapparat um 17.9 Zoll fort. Fallen nun auf einen solchen Theil der Tuchbreite 1768 Schnitte, so erhält 1 Zoll Tuch 98 Schnitte, d. h. in eben so vielen neben

einander laufenden Linien wird das Haar abgeschnitten, welches auf einem 1 Zoll breiten Streifen der Tuchfläche sich darbietet. Sobald der Scheerwagen den äußersten Punkt seines Weges in der Nähe des Riegels VIII (Fig. 1, Taf. 475) erreicht, muß durch eine selbstthätige Vorrichtung der Maschine die Bewegung augenblicklich abgestellt werden, was durch Herüberschieben des Treibriemens F′ auf die lose Scheibe von H′ Statt findet. Damit muß zugleich die Schraube ohne Ende v′ aus den Zähnen des Rades O′ ausgehoben werden. Der Arbeiter kann nun, nachdem er den Scheerapparat an einem der Griffe S erhoben und mittelst der Hebel TU auf den Trägern X, X unterstützt hat, durch Anfassen der Stange q′ den Wagen zurück an den Riegel IX führen, wobei die Schnüre S′T′ von der Trommel Q′ abgezogen werden, also diese Trommel nebst ihrer Achse P′ und der Trommel R′ in solche Umdrehung gesetzt wird, daß Letztere die anderen beiden Schnüre W′ X′ um sich aufrollt. Hierauf wird mittelst der Welle K die Querspannung des Tuches gemindert, Letzteres von den Spitzen der geöffneten Zangen gelöset, der Sperrhaken H des Rades F ausgehoben und die Kurbel I des Rades G gedreht, damit der Theil D des Tuches sich um die Walze E aufwickelt, dagegen der Theil B oben hin unter den Scheerapparat gelangt und die Walze A eine entsprechende Portion losläßt. Die nun in C neu heraufgekommene Abtheilung des Tuchs wird endlich mit ihren Leisten auf die Spitzen aufgestochen; man schließt die Zangen, stellt durch Drehung der Welle K die Querspannung, durch Einlegen des Sperrkegels in F und eine geringe Rückdrehung dieses Rades aber die Längenspannung her. Nach diesen Vorbereitungen muß sofort der Scheerapparat herabgelassen, die Schraube ohne Ende v′ wieder in ihr Rad O′ eingesetzt und der Riemen F′ auf die feste Scheibe von H geschoben werden, womit der Wagen einen neuen Gang antritt. Wie man nach öfterer Wiederholung dieser Arbeiten, wenn das Tuch bis ans Ende geschoren ist, das ganze Stück zurück auf die Walze A bringt, um einen neuen Schnitt anzufangen, bedarf keiner weitern Erklärung. Zur vollständigen Kenntniß der Maschine fehlt nur noch die Beschreibung des Mechanismus, durch welchen die schon erwähnten Verschiebungen des Treibriemens F′ und, in Verbindung hiermit,

das Ausheben und Einsetzen der Schraube ohne Ende v' Statt findet. Hierüber hat man Fig. 1, 2 der Taf. 474 und Fig. 1, 7 der Taf. 475 zu Rathe zu ziehen.

Hinterhalb der Schnurrolle J', nahe an der Außenfläche der Gestellswand I, befindet sich ein aufrechter um x' drehbarer Hebel y', von dessen hinterer (dem Gestelle zugewandter) Seite ein Stift z' — punktirt angegeben in Fig. 1, Taf. 474 — vorspringt. Ueber diesem Stifte geht ein liegender Hebel $c^2$ her, welcher seinen Drehpunkt in $b^2$, und bei $a^2$ auf der untern Kante einen stufenartigen Absatz hat. Wenn die Maschine arbeitet, liegt dieser Absatz vor dem Stifte z', und eine auf den Hebel $c^2$ von oben drückende Feder 7 (Fig. 1, Taf. 475) hält ihn hier fest. Nun ist ferner an dem stehenden Hebel y' bei $g^2$ ein rundes Eisenstäbchen $n^2$ eingehangen, welches horizontal neben der Maschine her liegt und in einer Leitung $o^2$ sich seiner Länge nach schieben kann, am andern Ende aber den Arm $p^2$ eines, um $r^2$ drehbaren, horizontalen Winkelhebels regiert. Die oben erwähnte Drehungsachse $r^2$ ist eine senkrechte Spindel, welche nach unten zu von dem horizontalen Theile 15 eines mit dem Maschinengestelle I verbundenen Winkeleisens 14, 15 ausgeht. Der andere Arm $q^2$ des Winkelhebels endigt gabelförmig und nimmt in seinem Schlitze den zylindrischen untern Arm $t^2$ eines stehenden Hebels auf, den man am besten aus der Seitenansicht Fig. 7 (Taf. 475) kennen lernt. Derselbe dreht sich um den Bolzen $s^2$ in einem am Gestelle I befestigten Bügel 16; sein oberer, viel längerer und auswärts gebogener Arm $u^2$ wird durch eine Feder 17 gedrückt, und trägt als Fortsetzung die von ihm rechtwinkelig ausgehende Stange $v^2$, auf welche mittelst der Hülse $w^2$ ein den Treibriemen F' umfassendes langes und schmales Oehr angebracht ist. Empfängt nun das Stäbchen $n^2$ eine Schiebung gegen den Arm $p^2$ des Winkelhebels hin, so geht $q^2$ und damit auch $t^2$ einwärts (nach der Maschine zu), hingegen $u^2 v^2 w^2$ auswärts (von der Maschine sich entfernend): der Riemen wird hierdurch von der festen Scheibe auf die lose Scheibe versetzt, also die Maschine zum Stillstehen gebracht. Eine entgegengesetzte Schiebung des Stäbchens $n^2$, wobei es den Arm $p^2$ in der Richtung auf die Schnurrolle J' zu nach sich zieht, erzeugt ein entgegengesetztes

Spiel der Hebel und somit das Hinüberführen des Riemens von der losen Rolle auf die feste, wonach sogleich die Maschine wieder in Gang kommt.

Die erstere der eben besprochenen Schiebungen des Stäbchens $n^2$, nämlich die abstellende, muß durch die Maschine selbst in dem Augenblicke bewirkt werden, wo der Scheerwagen seinen Weg über die ganze Breite des Tuches beendigt; und sie tritt ein, sobald der vorher gespannten Feder 17 die Freiheit gegeben wird, durch ihren Druck auf den Hebelarm $u^2$ diesen nach auswärts zu bewegen. Es dient zu dem Ende das mit $n^2$ parallele Eisenstängelchen $x^2$, welches an einem seiner Enden bei $a^3$ in dem Loche einer kleinen am Gestelle befestigten Eisenplatte steckt und hinterhalb desselben eine Flügelmutter trägt, während es am anderen Ende in dem Arme 10 eines um 9 drehbaren Winkelhebels 10, 9, 11 eingehangen ist. Ein kurzes dickes Rohr $y^2$ läßt sich auf dem Stängelchen verschieben, und wird an der geeigneten Stelle mittelst seiner Druckschraube befestigt. Ein ähnliches kurzes Rohr $z^2$ befindet sich an der vordern Wange Z des Scheerwagens; dieses schiebt sich demnach während die Maschine arbeitet, längs $x^2$ fort, stößt endlich, wenn der Scheerapparat an die Leiste des Tuches gelangt ist, gegen $y^2$ und drückt dasselbe ein wenig zurück, wovon eine entsprechende kleine Schiebung des Stängelchens die Folge ist. Damit dreht sich der Winkelhebel 10, 9, 11, dessen Arm 11 — da er mit dem liegenden Hebel $c^2$ durch einen Ring 12 zusammenhängt — diesen Hebel gerade so viel aufhebt, daß der Stift $z^1$ des stehenden Hebels $y^1$ von dem Absatze $a^2$ ausgelöset wird und in die Lage springt, welche Fig. 1 (Taf. 474) darstellt. Der Antrieb zu diesem Hereinschlagen des Hebels $y^1$ wird durch die starke Feder 17 ausgeübt, welche den Arm $u^2$ so bewegt, daß der Treibriemen mittelst $v^2 w^2$ auf die lose Scheibe H verschoben wird; denn hiermit findet zugleich die Wirkung des Hebelarmes $t^2$ auf den Winkelhebel $q^2$, $p^2$, und durch Letztern das Anziehen des an $y^1$ eingehangenen Stäbchens $n^2$ Statt.

Soll alsdann nach dem Zurückführen des Scheerwagens die Maschine wieder in Gang kommen, so faßt der Arbeiter das als Handgriff geformte obere Ende des Hebels $y^1$, und zieht es nach

der Richtung des in Fig. 1 (Taf. 474) beigezeichneten Pfeils an, bis der Stift $z^1$ sich wieder vor den Absatz $a^2$ des Hebels $c^2$ legt: hierdurch wird mittelst des Stäbchens $n^2$ der Winkelhebel $p^2 q^2$ dergestalt gedreht, daß die Feder 17 nachgeben und sich spannen muß, während der Hebel $t^2$ $u^2$ den Riemen wieder auf die feste oder treibende Scheibe versetzt.

Zugleich mit der bei vorgedachtem Spiele des Mechanismus Statt findenden Hebung oder Senkung des Hebels $c^2$ muß das Ausrücken oder Einsetzen der Schraube ohne Ende $v'$, bezüglich zum Rade $O'$, vor sich gehen. Um dieß zu erreichen, lagert das innere Ende der Achse $N'$, zunächst an jenem Schraubengewinde, in einem einarmigen Hebel 18, dessen Drehpunkt $m^2$ von einem Arme $l^2$ des Gestells getragen wird, während das entgegengesetzte, in einer geschlitzten Eisenplatte $b^3$ seine Leitung findende Ende bis unter $i^2$ herausreicht und durch einen mit Flügelmutter versehenen Bolzen $k^2$ mit dem rechtwinkelig abgebogenen Theile $h^2$ der horizontalen Eisenstange $e^2$ zusammenhängt. Letztere ist vierkantig, bis auf zwei zylindrische Hälse, mit welchen sie in gabelförmigen, je durch einen Vorsteckstift geschlossenen Lagern $f^2$, $f^2$ sich drehen kann. An ihrem andern Ende ist die Stange $e^2$ stumpfwinkelig abgebogen, und dieser Theil $d^2$ hängt mittelst eines Ringes 13 an dem Hebel $c^2$. Vermöge dieser Anordnung geschieht es, daß wenn der Scheerwagen mittelst $z^2$, $y^2$, $x^2$ und des Winkelhebels 10, 9, 11 den Hebel $c^2$ in die Höhe zieht (und so wie oben beschrieben das Stillstehen der Maschine erwirkt), durch 13 und $d^2$ die Stange $e^2$ ein wenig um sich selbst gedreht wird. Diese Drehung, erzeugt durch Hebung bei $d^2$, hat entsprechend und unmittelbar eine Hebung von $h^2$ $i^2$, ferner mittelst des Verbindungsbolzens $k^2$ eine Aufsteigung des Hebels 18, also der Schraube ohne Ende $v'$, zur Folge: das Schraubengewinde hört demnach auf, in das Rad $O'$ einzugreifen, und es können nun die Schnurtrommeln $Q'$, $R'$ ungehindert diejenige Dreh-Bewegung machen, welche beim Zurückführen des Scheerwagens ihnen aufgezwungen wird. In dem Augenblicke hingegen, wo der Arbeiter durch Anziehen des Hebels $y'$ die Maschine wieder in Gang setzt, und der Hebel $c^2$ von seiner Feder 7 so herabgedrückt wird, daß sein Absatz $a^2$ sich hinter den Stift $z'$ legt, fällt die Schraube ohne

Ende v′ vermöge des eigenen Gewichts der Achse N′, und des Hebels 18 von selbst zwischen die Zähne des Rades O′ ein, und dreht mittelst des Bolzens $k^2$ die Stange $e^2$ zurück, da der mit $c^2$ ebenfalls niedergehende Ring 13 kein Hinderniß in den Weg legt.

Vorstehende Scheermaschine macht auf einem Stück Tuch von 27 Wiener Ellen Länge und $1\frac{7}{8}$ Ellen (56 Zoll) Breite, zwischen den Leisten gemessen, Einen Schnitt in 45 bis 50 Minuten. Ein solches Stück gibt, bei 40 Zoll Zylinderlänge, 20 Tische zum Scheeren, und ein Tisch (eine Fläche von sehr wenig mehr als $2\frac{1}{2}$ Quadrat-Ellen) muß daher in $2\frac{1}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$ Minuten geschoren werden. Rechnet man hiervon für das Aufspannen und Bürsten des Tuches nebst Zurückführung des Scheerapparats das Nöthige ab, so bleibt zur Arbeit des Scheerens selbst kaum über 1 Minute. Die Fortbewegung des Scheerwagens beträgt demnach 56 Zoll in der Minute, und dabei macht der Zylinder (indem 98 Schnitte oder $24\frac{1}{2}$ Umdrehungen auf 1 Zoll Tuchbreite fallen, s. oben) 1372 Umläufe, d. h. in einer Sekunde fast 23. Um diese Geschwindigkeit zu erreichen, muß die Riemenscheibe H′ 120 Umläufe und die Welle der oberen Scheibe E′ 60 Umläufe in einer Minute machen. Die stündliche Leistung der Maschine beträgt, bei ungestörtem Gange, 60 Quadrat-Ellen oder das Achtfache von jener der amerikanischen Maschine mit oscillirendem Zylinder, das Dreizehnfache von der eines mechanischen Scheertisches.

Eine zum Gebrauch gehörig vorgerichtete Maschine, an welcher die Zylindermesser und der Lieger von richtiger und gleichmäßiger Härte sind, kann bei beständiger Benutzung wohl 2 bis 3 Monate gehen, bis ein Nachschärfen der Schneidwerkzeuge nöthig wird. Um dieses zu bewerkstelligen, wird der Zylinder so weit gesenkt, daß er scharf auf dem Lieger streift; dann ersterer in Umdrehung gesetzt und fortwährend feiner Schmirgel mit Oel angemacht mit einer Bürste darangegeben. So schleifen sich die Zylindermesser und der Lieger gleichzeitig und genau passend an einander ab. Zur Vollkommenheit des Erfolges ist hierbei erforderlich, daß man den Zylinder mit seinen langen Zapfen (nach Lösung der Druckschrauben an den Ringen v, v, Fig. 1, 5, Taf. 475) fleißig in den Lagern hin und her schiebt. Nach Maßgabe

der Statt findenden Abschleifung wird der Zylinder allmälig immer etwas tiefer herabgelassen. Zuletzt gibt man Oel ohne Schmirgel und läßt den Zylinder damit eine kurze Zeit noch umlaufen, um recht glatten Schliff zu erhalten. Wenn ein mit neuen Messern besetzter Zylinder geschliffen wird, so ist eine vorausgehende genaue Abgleichung der Messer nöthig, welche durch vorsichtiges Feilen ausgeführt wird. Als Hülfsmittel dazu richtet man sich eine Bank mit zwei durch Schrauben zu stellenden Lagern vor. In diese Lager legt man den Zylinder, unter welchem ein eisernes auf der Kante stehendes Lineal parallel zur Zylinderachse befestigt wird. Den obern Rand des Lineals versieht man mit Farbe; dann dreht man den Zylinder mit der Hand langsam um, wobei die am weitesten vorstehenden Stellen der Messer Farbe annehmen: diese feilt man dann ab, bis endlich nach öfter wiederholtem Verfahren die Kanten aller Messer überall sich färben.

Es ist schließlich zu bemerken, daß man sich zum Aufbürsten des Tuchs vor dem Scheeren, desgleichen zum Wegbürsten der Scheerflocken und Niederlegen des Haares nachher, einer großen Bürste bedient, welche wegen der beträchtlichen Breite der Maschine mit einem Stiele versehen sein muß. Das Holz derselben ist 14 Zoll lang, $3\frac{1}{2}$ Zoll breit, $\frac{1}{2}$ Zoll dick, in der Längenrichtung nach einem sehr flachen Bogen gekrümmt; auf der konvexen Fläche sind feine und ziemlich weiche Borsten möglichst dicht stehend so eingesetzt, daß sie 7 bis 8 Linien hoch hervorragen. Der Stiel, von der Mitte einer der langen Seiten ausgehend, mißt 20 Zoll in der Länge.

Abbildungen einer Longitudinal-Scheermaschine enthält die Kupfertafel 476. Wir entlehnen dieselben dem V. Bande der Publication industrielle von Armengaud (Paris, 1847, S. 336), da diese (von Paulhac in Montauban erfundene) Maschine sich durch sehr zweckmäßige Konstruktion und vorzüglich gute Wirkung auszeichnet. Sie kann, mit sehr geringer Veränderung, das Scheeren auf zweierlei Weise verrichten, indem der zu scheerende Stoff entweder hohlliegend unter dem Zylinder gespannt ist, oder in der Angriffslinie des Scheerapparats (unter der Schneide des Liegers) durch ein elastisches Bett von unten gestützt wird. Die erstere Anordnung eignet sich vorzugs-

weise zum Scheeren gemusterter Modestoffe (Buckskins u. dgl.), die letztere — bei welcher der Stoff schärfer gegen den Zylinder und Lieger angepreßt, das Haar demnach gründlicher gefaßt wird — für eigentliches Tuch und andere glatt gewebte Waare.

Fig. 1. zeigt im senkrechten Durchschnitte den Zylinder B und den Lieger A sammt einigen anderen Theilen für den Fall, daß hohlliegend geschoren wird. Man sieht, daß der Lieger (das gerade unbewegliche Messer) in einer gegen die Horizontale etwas geneigten Lage angebracht, und die Schiene C, welche als ein unnachgiebiges Bett zur Darüberleitung des Stoffes dient, davon entfernt aufgestellt ist. Hiernach bleibt zwischen der Liegerschneide und der oberen Kante des Bettes ein Zwischenraum, in welchem der nach der Richtung des Pfeils fortschreitende Stoff völlig frei und ohne Unterlage an dem Zylinder vorbeigeht. Das Messer oder der Lieger liegt durch Schrauben fest eingeklemmt zwischen zwei Backen D, welche so angeordnet sind, daß man dem Messer jeden erforderlichen Grad von Neigung ertheilen kann. Der stärkere Backen, nämlich der untere, wird zu dem Behufe an seinen Enden von zwei gußeisernen Ständern wie E getragen, welche eine genaue Regulirung seiner Lage gestatten. Zugleich ist die Stellung des Backens D eine solche, daß der Stoff ihn nur an der vom Lieger A am weitesten abstehenden untern Kante berührt, mithin von dieser Kante bis an den Zylinder B frei gespannt erscheint. Dieser Umstand ist wesentlich, weil zufolge desselben die Ständer E in dem Maße, wie die Liegerschneide sich abnutzt, dem Zylinder genähert werden können, und man dabei doch jederzeit im Stande ist, dem Lieger die vortheilhafteste Neigung gegen die Stoffoberfläche zu geben.

Der Erfinder hat dem Apparate, womit hohlliegend geschoren wird, eine kleine aber sehr empfehlenswerthe Verbesserung hinzugefügt, indem er — wie Fig. 1* darstellt — eine dünne um ihre Achse drehbare Walze $R^2$ anbrachte, welche dem Stoffe unter dem Lieger A zur Unterstützung und Leitung dient, ihn also ganz bestimmt und sicher in der Richtung einer Tangente zum Zylinder B hält. Diese Walze erstreckt sich über die ganze Breite der Maschine hin, ist von Schmiedeisen oder Messing gemacht, kaum 1 Zoll dick, liegt mit ihren Enden in Gabellagern und dreht

sich nur durch die Friktion des über sie hingehenden Stoffes um. Es ist zweckmäßig, die Lager der Walze $R^2$ so anzuordnen, daß sie höher oder tiefer gestellt werden können, weil dadurch eine sehr genaue Regulirung der Richtung, in welcher das Tuch von dem Bette C aus unter dem Scheerzylinder B her seinen Weg nimmt, möglich wird.

Die Einrichtung zum Scheeren auf einem elastischen Bette erläutert der Durchschnitt Fig. 2. Hier ist G dieses Bett, bestehend in einem dreiseitigen Stabe, welcher mit seiner nach oben gerichteten Kante das über ihn hinlaufende Tuch gegen den Zylinder hält, entweder genau an der Linie, in welcher oberhalb die Liegerschneide sich befindet, oder noch ein wenig vor dieser Schneide. Mit dem festen Bette C ist dieser Stab durch Winkeleisen verbunden, welche Federkraft genug haben, um dem Stabe selbst einen gewissen Grad von Nachgiebigkeit und Elastizität zu verleihen.

Der Gesammtbau der Scheermaschine wird durch die Fig. 3 bis 6 dargestellt: Fig. 3 ist ein Seitenaufriß, Fig. 4 eine Endansicht, Fig. 5 ein senkrechter Durchschnitt nach einer zu Fig. 4 parallelen Ebene, Fig. 6 die obere Ansicht.

Der Scheerzylinder ist mit 12, 15 bis 20 Messern oder sogenannten Federn besetzt: in dem Durchschnitte Fig. 5 sind deren 16 angegeben, was also wohl nach der Absicht des Erfinders die Regel bilden wird; in den Fig. 1 und 3 hingegen findet man eine geringere Zahl gezeichnet, weil hier wohl nur die Absicht war ihre schraubenförmige Lage anzudeuten, ohne eine streng richtige Darstellung zu liefern. Daß sie nach Art linker Schraubenwindungen um den Zylinder laufen, sieht man; und es ist aus Nachmessung der Originalzeichnung als wahrscheinlich vorauszusetzen, daß auf der Zylinderlänge von 61 Zoll jedes Messer genau drei Schraubengänge bildet. Dieses vorausgesetzt, und den Durchmesser des Zylinders (auf den Außenkanten der Messer) = 4 Zoll festgehalten, ergibt sich der Winkel, unter welchem die Kanten der Zylindermesser die zur Achse parallele Liegerkante durchkreuzen, = 31° 43′. Die mit dem Zylinder zunächst verbundenen Vorrichtungen gleichen wesentlich jenen an der oben beschriebenen Transversal-Scheermaschine; nur sind die Zapfenlager des Zylin-

ders in den zwei Armen J (s. Fig. 7) so angebracht, daß sie mittelst zweier von unten her eindringender kleiner Stellschrauben c gehoben und herabgelassen werden können, um den Zylinder gegen den Lieger A höher oder niedriger zu stellen. Die Enden der Arme J gehen hinterwärts in Schraubenspindeln c′ aus, welche durch die Stange D gesteckt sind und mittelst ihrer Muttern und Gegenmuttern d sowohl befestigt als nach Erforderniß gestellt werden, um den Zylinder in horizontaler Richtung gegen den Lieger zu adjustiren.

Wenn der Lieger abgenutzt ist, muß man ihn dem unbeweglichen Bette C des Tuches entsprechend nähern, um die Schneide stets in der nämlichen Entfernung von diesem Bette, somit den ganzen Scheerapparat in der zu guter Wirkung erforderlichen Lage gegen das Tuch zu erhalten. Hierzu müssen die Ständer E, E, zwischen welchen die Stange D mit dem an ihr befestigten Lieger A hängt, auf dem Gestelle ein wenig verschoben werden können. Es ist übrigens auch das Bett C seinerseits stellbar, indem die Wangen L, an welchen es verbolzt ist, zum Schieben eingerichtet und die Gestellswände dazu mit horizontalen Schlitzen versehen sind (s. Fig. 5, unterhalb L). Endlich läßt vermöge der vertikalen Schrauben e auch die Stange D sich heben und herablassen.

Um den Scheerapparat vom Tuche aufzuheben, tritt der Arbeiter auf die horizontale Stange M, welche sofort mittelst zweier doppelarmiger Hebel die senkrechten Verbindungsstangen N, N, und durch diese die Enden O, O der Arme J, J hinaufbewegt. Damit alsdann der Apparat auch ohne ferneres Verweilen des Fußes auf der Trittstange erhoben bleibt, ergreift der Arbeiter einen der durch eine gemeinschaftliche Achse verbundenen Hebel P, P, deren entgegengesetzte sperrhackenförmige Enden in einen der zwei Einschnitte an den bogenförmigen Trägern Q, Q (Fig. 4, 5) gesetzt werden. Ist es zum Behuf des Nachsehens oder dgl. nöthig, den Scheerzylinder aus seinen Lagern zu nehmen, so legt man ihn einstweilen mit seinen Zapfen in die außen an den Gestellswänden festgeschraubten Gabeln R, R, oder auch auf die weiter entfernten Träger R′, R′. Um den Scheerapparat einzuölen, liegt neben dem Zylinder ein um Zapfen drehbares

Eisenstäbchen S, woran mittelst Schrauben ein Streifen Leder oder Filz T befestigt ist. Indem dieser stets mit Oel getränkte Streifen auf den Messern des Zylinders liegt, befettet er dieselben und veranlaßt mittelst ihrer die Uebertragung von ein wenig Oel auch auf den Lieger. (In Fig. 6 ist das Leder T weggelassen, um den Scheerzylinder nicht zu verdecken.)

Wenn die Breite des zu scheerenden Stoffes geringer ist als die Länge des Zylinders und Liegers, so bringt man, um die Leisten beim Scheeren nicht zu berühren, an den Enden des Bettes C ein Blech an, fest verbunden mit einer Zahnstange m (Fig. 8), welche in einer Nuth des Bettes versenkt liegt, und durch Umdrehen ihres Getriebes m′ mittelst des Schlüssels $m^2$ nach Bedürfniß gestellt wird. (Offenbar muß dieses Blech die Bestimmung haben, die Tuchleiste zu bedecken und so weit niederzuhalten, daß ihre Oberfläche von der Liegerschneide etwas entfernt bleibt; jedoch geht die Art, wie es seinen Dienst leistet, aus der Abbildung nicht genügend hervor.)

Indem das (an seinen Enden zusammengenähte) Stück Tuch den durch eine doppelte Linie und beigesetzte Pfeile in Fig. 5 angedeuteten Weg verfolgt, und die Einwirkung des Scheerapparates erlitten hat, wendet es sich auf die mit zwei abgestutzten Kegeln besetzte Walze U, welche es leitet und zugleich vermöge der Kegel den schlafferen Leisten die gehörige Spannung gibt. Diese von Holz gedrehten Kegel sind auf der Walze verschiebbar und werden durch Schrauben mit versenkten Köpfen festgestellt; man setzt sie jedes Mal an eine solche Stelle, daß die Leisten des Tuches auf sie zu liegen kommen. Die Zapfenlager der Walze U können durch Stellschrauben, von welchen die eine in Fig. 4 und 5 bei n zu sehen ist, gehoben und niedergelassen werden. Von dieser Walze aus gelangt das Tuch unter die Bürstenwalze V, welche die Scheerflocken abfegt und das Haar niederstreicht; auch sie kann, durch die Schrauben n′ ihrer Zapfenlager, höher oder niedriger gestellt werden. Mittelst zweier Zugwalzen Y, Y′ wird der Stoff mit gleichmäßiger Geschwindigkeit fortgezogen und also stetig in der Längenrichtung gespannt; zwei große mit den Gewichten P′ beschwerte Hebel p drücken beständig die untere Walze gegen die obere, welche durch das an ihrer Achse befindliche

Stirnrad q von einem Getriebe k der Betriebswelle r umgedreht wird. Auf Letzterer sitzen die lose und feste Riemenscheibe s, s', mittelst welcher die Maschine ihre Bewegung empfängt; zur Verschiebung des Riemens beim Abstellen und Anlassen dient der um i drehbare Hebel W.

Zwischen den Walzen Y, Y' heraustretend fällt das Tuch auf die von Brettern viertelkreisförmig zusammengesetzte Bahn t, wo es sich faltet und hinuntergleitet, um alsdann gegen die Walzen u, u' wieder aufzusteigen, welche es einer größeren Walze v zuleiten. Diese ist mit wollenem Plüsch überzogen und streicht und reinigt die an ihr vorübergehende Rückseite des Tuches. Ferner geht es um eine runde Stange y nach der schnell um ihre Achse laufenden Bürstenwalze Z, welche es auf der rechten Seite reinigt und das Haar wieder aufzurichten anfängt. Dieses als Vorbereitung zur erneuerten Einwirkung des Scheerapparats nöthige Aufrichten des Haares wird nachher durch die Walze A' vollendet, indem deren Mantelfläche sich in einer dem Fortschreiten des Tuches entgegengesetzten Richtung bewegt, während das Tuch, von der Walze B' zugeführt und von einer kleinern Walze C' gespannt, an ihr vorübergeht. Endlich kommt das Tuch, von C' aufwärts, wieder über das Bett C und unter den Scheerzylinder B. Seine Zirkulation läßt man in dieser Weise so lange fortdauern, bis es die gewünschte Anzahl Schnitte bekommen hat.

In der Original-Beschreibung wird angegeben, daß diese Maschine 4 Meter (152 Zoll oder $5\frac{1}{8}$ Ellen) in 1 Minute scheert. So groß muß also die Umfangsgeschwindigkeit der Zugwalze Y sein. Nimmt man für diese 4 Zoll dicke Walze 12 Umdrehungen an, so gibt dieß in runder Zahl 150 Zoll (eine Kleinigkeit über 5 Ellen; — stündlich, bei $1\frac{7}{8}$ Ellen Breite, nicht weniger als 562 Quadrat-Ellen!). Hat das Rad q 84, das Getrieb k aber 10 Zähne, so muß die Betriebsrolle r 101 Mal in der Minute sich drehen. An ihr befindet sich eine 15zöllige Scheibe 1, welche durch einen gekreuzten Riemen die $3\frac{1}{2}$zöllige Scheibe 2 des Scheerzylinders umtreibt; Letzterer macht mithin 432 Umläufe, und mittelst seiner 16 Messer $16 \times 432 = 6912$ Schnitte, während 150 Zoll Tuch unter ihm vorübergehen: es

fallen mithin 46 Schnittlinien auf 1 Zoll. Eine Schnurscheibe 3, ebenfalls von 15 Zoll Durchmesser, am andern Ende der Betriebswelle r, setzt mittelst ihrer Schnur und der $3^3/_4$zölligen Scheibe 4 die untere Bürstenwalze z in Bewegung, welche an den Borstenspitzen 5 Zoll Durchmesser, demnach — da sie 404 Umdrehungen macht — 6346 Zoll Umfangsgeschwindigkeit hat. Die Scheibe 4 enthält drei Spuren, indem zwei andere Schnüre von ihr ausgehen: eine gekreuzte um durch Scheibe 5 die obere Bürstenwalze V, und eine ungekreuzte um mittelst Scheibe 6 die zur Aufrichtung des Haares dienende Walze A′ zu treiben. Da 4 und 5 gleich groß sind, so macht auch V 404 Umdrehungen; und da der Durchmesser dieser Bürstenwalze, wie jener von Z, 5 Zoll beträgt, so ist die Umfangsgeschwindigkeit Beider übereinstimmend. Die Scheibe 6 dagegen mißt 9 Zoll, die Walze A′ $4^3/_4$ Zoll, wonach Letztere 168 Umläufe macht und 2507 Zoll Umfangsgeschwindigkeit erhält (Alles für 1 Minute berechnet).

Ueber die auf das Scheeren noch folgenden Bearbeitungen des Tuches ist nachstehendes zu bemerken.

Nach vollendeter Schur werden die Tuche — nun zum dritten Male — genoppt, indem man sie wieder genau durchsieht, und alle durch das Rauhen und Scheeren noch zum Vorscheine gekommenen fremdartigen Theilchen mittelst des Noppeisens beseitigt. Auch werden kleine etwa beim Scheeren entstandene Löcher mit der Nadel und mit seidenem Faden von eigenen hierin sehr geübten Arbeiterinnen (Stopferinnen) sorgfältig gestopft. Die Stücke werden sodann zusammengelegt und gepreßt. Nebst dem Pressen, welches die letzte Arbeit ist, sind aber zum Schlusse dieses Artikels auch noch zwei andere zur Appretur gehörige Operationen zu erörtern, welche zwar schon in früheren Perioden der Fabrikation vorgenommen werden, bisher aber absichtlich übergangen wurden, theils weil ihre Stelle in der Reihenfolge der Appreturarbeiten nicht streng bestimmt ist; theils weil ihre Einschaltung die Uebersichtlichkeit der Darstellung hätte stören können: nämlich das Dekatiren und das Bürsten.

Das Färben derjenigen Tuche, welche nicht schon in der Wolle oder im Loden die erforderliche Farbe bekommen haben, wird gewöhnlich entweder nach gänzlich vollendetem Scheeren oder

unmittelbar vor dem allerletzten Schnitte vorgenommen. **Weiße** Tuche werden geschwefelt oder in wässeriger schwefeliger Säure behandelt (Bd. II. S. 429—433), und in Wasser mit abgezogenem Indig (der blauen Flüssigkeit, welche man erhält, wenn man rein gewaschene Wolle in schwefelsaurer Indigauflösung färbt und dann mit alkalischem Wasser digerirt, Bd. II. S. 217) **gebläut**; die schlechtesten aber **gekreidet**, d. h. in einer Brühe von Wasser und geschlämmter Kreide bearbeitet, so daß die nach dem Trocknen, Klopfen und Bürsten zurückbleibenden Kreidetheilchen den gelblichen Stich der Wolle verdecken. Weiß in den Handel kommende Tuche und Wollwaaren überhaupt erlangen eine besonders reine Weiße, und zugleich die Eigenschaft bei langer Aufbewahrung nicht gelb zu werden, wenn man sie nach dem Schwefeln (vor dem Bläuen, sofern dieses beabsichtigt wird) durch ein mit Ammoniak versetztes Seifenbad nimmt: hierzu werden 6 Pfund Baumölseife (Marseiller oder Venetianer) in 192 Pfund Wasser aufgelöst, und diesem Seifenwasser 2 bis 3 Pfd. Salmiakgeist von 26 Prozent Ammoniakgehalt (spezif. Gewicht 0.900) zugesetzt.

c. **Dekatiren.**

Das Dekatiren ist ursprünglich nur angewendet worden, um das in den Fabriken durch warmes Pressen mit einem vergänglichen starken Glanze versehene Tuch, vor der Verarbeitung zu Kleidern, von diesem Glanze wieder zu befreien, und ihm dagegen einen milden dauerhaften Glanz zu geben: in dieser Beziehung wird davon noch weiter unten gehandelt werden. Gegenwärtig bedient man sich aber des Dekatirens in großer Ausdehnung in den Tuchfabriken selbst, und zwar vor Beendigung des Rauhens und Scheerens. Wenn nämlich das Tuch aus dem zweiten Wasser gerauht und geschoren, oder auch wenn es zwar schon zum letzten Male gerauht aber noch nicht fertig geschoren ist; so wickelt man es, mit Hülfe einer eigenen Maschine, straff angespannt (entweder zwei Stücke neben einander, jedes auf halbe Breite mit der rechten Seite nach innen zusammengelegt; oder zwei Stücke ausgebreitet so auf einander liegend, daß die rechten Seiten beider sich berühren) auf eine hohle, an den Enden offene 5 bis 6 Zoll weite, in der Peripherie fein durchlöcherte Walze

von Messing- oder Kupferblech, bedeckt es mit grober Leinwand, darüber mit einer straff herumgewundenen breiten hanfenen Gurte, und setzt es in einem dicht verschlossenen hölzernen Kasten (welcher durch ein Rohr mit einem Dampfkessel in Verbindung steht) so lange der Einwirkung von Wasserdampf aus, bis es gänzlich von demselben durchdrungen ist. Die Wolle nimmt bei diesem Dämpfen einen schönen und dauerhaften Glanz an, den sie weder durch Nässe (selbst nicht im Kessel des Färbers), noch durch das schließlich folgende Rauhen und Scheeren, noch durch das Tragen der Kleider leicht verliert; auch beharrt nachher das auf der Oberfläche liegende Haar besser in der Lage nach dem Striche, so daß die Tuche sich nicht rauh tragen. Diese Wirkungen entstehen theils durch die erweichende Wärme und Feuchtigkeit des Dampfes, theils dadurch, daß das Tuch während des Dämpfens etwas einläuft, dessen Windungen auf der Walze sich äußerst scharf anspannen, und somit auf einander drücken. Wollblaue Tuche (zu welchen die Wolle in der Waidküpe gefärbt wurde) erlangen durch das Dekatiren eine abfärbende Beschaffenheit, und müssen daher, bevor man ihre Appretur beendigt, noch ein Mal in der Zylinder-Waschmaschine mit Wasser ausgewaschen werden. Zuweilen ereignet es sich, daß in der Nähe der Leisten das Tuch eine dunklere Farbe annimmt. Dem ist nach Hoare (Dingler's polytechnisches Journal, Bd. 82, S. 15) dadurch vorzubeugen, daß man an die beiden offenen Enden der hohlen Metallwalze kurze Zylinderstücke von Birkenholz ansetzt, welche äußerlich zu gleichem Durchmesser mit der Walze selbst abgedreht sind, auf einige Tiefe ins Innere hinreichen, hier aber von etwas geringerem Durchmesser sind als die Höhlung. Eine schmiedeiserne Achse verbindet fest die Walze, die Holzansätze, und zwei vor diesen noch befindliche eiserne Endscheiben zu einem Ganzen. Zum Ein- und Austreten des Dampfes sind in den hölzernen Zylindern ein Paar durchgehende Löcher parallel zur Achse angebracht. Die Länge der Walze soll nach der Breite des Tuches so berechnet sein, daß etwa $4^1/_2$ Zoll, innerhalb jeder Leiste, beim Aufwinden auf das Holz zu liegen kommen.

Das Dekatiren kommt mit mancherlei Abänderungen zur

Ausführung. So macht man öfters die Walzen massiv von Holz, oder benutzt wenigstens, wenn sie aus Metall bestehen, ihre Höhlung nicht zur Einführung von Dampf, weshalb dann die Wandung keine Löcher enthält; fünf solche Walzen werden auf einem Kreuze unmittelbar über der Oeffnung eines eingemauerten runden Wasserkessels senkrecht aufgestellt, dann läßt man einen kupfernen, oben geschlossenen Zylinder herab, welcher sich über den Kesselrand aufsetzt, und den aus dem kochend gemachten Wasser entwickelten Dampf um die Walzen zusammenhält. — Umgekehrt leitet man wohl den Dampf nur ins Innere der hohlen, in ihrer Wandung durchlöcherten Walzen, welche man senkrecht neben einander in einem hölzernen Rahmen aufstellt, an beiden Enden mit Böden verschließt, und unten mit einem, an das Dampfrohr angefügten, hohlen Zapfen versieht; wenn der Dampf anfängt, durch die Tuchbewickelung stark herauszudringen, ist die Sättigung mit Dampf erfolgt und die Operation beendigt. Der Verbreitung des Dampfes im Arbeitsraume kann man dadurch vorbeugen, daß man über jede einzelne Walze einen hohen, glockenähnlichen gußeisernen Behälter herabläßt, dessen unterer Rand auf ein mit Werg gepolstertes Kissen sich aufsetzt, damit er dampfdicht schließt. — M i t c h e l l (Dinglers polytechn. Journal, Bd. 90 S. 433) hat eine besondere Art der zum Aufrollen des Tuches auf die Dekatirwalzen bestimmten Maschine und einen eigenthümlichen Dekatirapparat erfunden. Auf ersterer wird das Tuch über dampfgeheizte Zylinder weggeführt, von denselben erwärmt und geglättet, auch durch eine Bürstenwalze nach dem Striche gebürstet, bevor es sich um die hohle Walze aufwickelt, mit welcher es nachher zum Dekatirapparate gebracht wird. Dieser ist auf die Anwendung von mehr oder weniger hochgespanntem Dampfe (gewöhnlich mit 20 Pfund Druck auf den Quadratzoll) berechnet. Die hohle metallene Tuchwalze ist mit vielen kleinern Löchern in der Wandung versehen, oder auch undurchlöchert, und wird senkrecht stehend von einem zylindrischen Gehäuse umschlossen. Man leitet zuerst Dampf ins Innere der Walze so lange, bis die Luft ausgetrieben ist, und verschließt dann das obere Ende derselben mittelst eines Pfropfes und Deckels, fährt aber fort durch das am untern Ende befindliche Rohr Dampf,

so viel als nöthig, zuzuführen. In das die Walze umgebende Gehäuse wird anfangs Dampf eingeleitet, bis die Luft herausgedrängt ist; dann schließt man den Hahn, welcher der Luft den Ausgang gestattete, und läßt weiter noch Dampf eintreten. So ist das Verfahren, wenn das Tuch trocken in den Apparat gebracht wurde. In anderen Fällen wird es durchnäßt auf die Walzen gewickelt und dekatirt; dann hat das Gehäuse doppelte Wände; und nachdem aus dem Innern desselben durch Dampf die Luft verdrängt worden, wird hier ferner kein Dampf mehr eingeführt, dagegen in den Zwischenraum der Wände so lange als das Dekatiren dauert (10 bis 15 Minuten).

Für leichte und wenig gerauhte Streichwollstoffe ist eine Methode des Dämpfens angemessen, welche sich von dem Dekatiren des Tuches dadurch unterscheidet, daß ein starker Druck dabei nicht Statt findet, sondern nur die durch eine Anzahl Walzen in straff gespanntem Zustande fortgeleitete Waare von feinen Dampfstrahlen erwärmt und durchfeuchtet, dann sogleich an einer dampfgeheitzten kupfernen Trommel, welche sie auf mehr als die Hälfte ihrer Peripherie berührt, wieder getrocknet wird. Den von Mouchard in Elbeuf hierzu angegebenen Apparat findet man beschrieben uud abgebildet in Essai sur l'industrie des matières textiles, par Michel Alcan, Paris 1847, p. 719—721.

Anstatt des Dekatirens wird in einigen englischen Fabriken beim Tuch eine Pressung im nassen Zustande zwischen heißen Platten angewendet. Eine Vorrichtung hierzu hat Dutton konstruirt (Dingler's polytechn. Journal, Bd. 57, S. 360). Zwei gußeiserne, des Rostes halber mit Zinnplatten bekleidete Tafeln, so lang als das Tuch breit ist, und etwa 3 Fuß in der Breite messend, sind horizontal eine über der andern angebracht: die eine festliegend und einen niedrigen Kasten bildend, welcher durch hineingeleiteten Dampf oder mit durch Dampf heiß erhaltenem Wasser geheitzt wird; die andere auf und nieder beweglich vermittelst einer hydraulischen Presse oder eines zusammengesetzten Hebelwerks. Das Tuch wird feucht (wie es von der Rauhmaschine kommt) vorgelegt, nach und nach über einen Tisch zwischen den zwei Platten hindurchgeleitet, und auf eine Walze aufge-

rollt. Jeder zwischen die Platten eingeführte Theil bleibt darin etwa 5 Minuten lang scharf eingepreßt.

In den englischen Tuchfabriken bedient man sich, statt mit Dampf zu dekatiren, gewöhnlich der Methode, welche das Kochen auf der Walze (roll-boiling) genannt wird und darin besteht, die mit Tuch fest bewickelten Walzen senkrecht stehend durch 4 bis 6 Stunden in einen tiefen viereckigen Behälter voll kochenden oder fast kochendheißen (durch Dampf geheitzten) Wassers einzusenken. Das auf solche Weise behandelte Tuch bekommt einen nicht ganz so starken und dauerhaften Glanz als das gedämpfte, und wird im Tragen leicht rauh; es behält aber seine Wolle länger, während die Wolle des gedämpften Tuches (durch das Dekatiren in gewissem Grade spröde geworden) sich früher wegnutzt.

### d) Bürsten.

Das Bürsten der Tuche, welches früher nur dazu diente, um nach dem Scheeren das Haar wieder im Striche niederzulegen, findet nach der neuern Fabrikationsmethode eine weit ausgedehntere Anwendung. Namentlich in England macht man mit Bürsten schon nach dem Auswaschen vor der Walke den Anfang, um das Haar in den Fäden des Gewebes aufzulockern und zum Filzen in der Walke vorzubereiten, zugleich auch das Noppen zu erleichtern; und man gebraucht dabei Bürstmaschinen, deren Walzen nicht nur mit Bürsten, sondern zum Theile auch nach Art der Kratzen mit Drahtzähnen oder gleich den Rauhmaschinen mit Karden besetzt sind, so daß hiermit ein wirklicher Anfang des Rauhens vor der Walke Statt findet. Eine einfache zu diesem Zwecke dienliche Maschine (Dingler's polytechn. Journal, Bd. 80, S. 101) enthält zwei lange und schmale, flache, quer unter dem Tuche liegende Bürsten von Eisendrähten ($\frac{1}{60}$ Zoll dick, $1\frac{1}{2}$ Zoll aus dem Holze hervorstehend und nicht häkchenartig gebogen), welche eine kleine hin und her gehende Schiebung in der Richtung ihrer Länge — d. h. in der Breitenrichtung des Tuches — machen, während das Tuch mittelst Walzen darüber hingezogen wird.

Der spätere Gebrauch von Bürstmaschinen, welche nur Borstenbürsten enthalten, findet theils nach dem Rauhen, theils zwischen und nach dem Scheeren Statt, worüber keine allgemein

gültige Regel aufgestellt werden kann, da nach der Qualität der Tuche und nach anderen zufälligen Umständen die Wiederholungen und die Zeitpunkte des Bürstens mehr oder weniger der Willkür unterliegen.

Die Bürstmaschinen haben im Allgemeinen große Aehnlichkeit mit den Rauhmaschinen; der einzige ganz wesentliche Unterschied liegt darin, daß die Bekleidung der daran befindlichen Trommel aus steifen Bürsten von Schweinsborsten, statt aus Karden, besteht: in der That könnte daher jede Rauhmaschine, in welcher man nur die Kardentrommel gegen eine Bürstenwalze ausgewechselt hätte, ohne Weiteres als Bürstmaschine gebraucht werden. Man baut Bürstmaschinen mit Einer Trommel und mit zwei Trommeln, und modifizirt auch übrigens ihre Konstruktion in eben so mannichfaltiger Weise, wie jene der Rauhmaschinen, wovon oben eine gedrängte Uebersicht gegeben worden ist. Es wird daher nicht nöthig sein, näher auf die Beschreibung solcher Maschinen einzugehen, von welchen man ausführliche Darstellungen mit genauen Abbildungen in folgenden Werken nachschlagen kann: Allgemeine Maschinen-Encyklopädie, herausgegeben von J. A. Hülsse, Bd. II, Leipz. 1844, S. 795—809; Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, IX. Jahrgang, 1830, S. 190, 263; X. Jahrg. 1831, S. 284.

Das Tuch ist während des Bürstens auf der Maschine entweder trocken; oder naß (sei es durch vorläufiges Einweichen im Wasser, sei es durch Daraufleiten einer Menge feiner Wasserstrahlen in der Maschine selbst); oder mit Wasserdampf imprägnirt, also zugleich feucht und erwärmt. Für den letztgenannten Fall sind im Besondern die so genannten Dampf-Bürstmaschinen bestimmt, bei welchen die Dämpfung nach denselben zwei Methoden bewerkstelligt werden kann, welche für die Anwendung des Dampfes auf der Rauhmaschine angezeigt worden sind. Der Gebrauch des Wassers, und noch mehr jener des Dampfes, macht die Wolle weich und geschmeidig, befördert also die Einwirkung der Bürsten und den Erfolg der Operation ansehnlich; zugleich schrumpft dabei das Tuch mehr oder weniger in der Breite ein, und wird demnach dichter. Die Dampf-Bürstmaschinen gewähren

nebenbei den Vortheil, daß sie dem Tuche eine gewisse Härte, welche das Dekatiren zurückzulassen pflegt, benehmen; aber der stärkere Glanz, welchen sie ihm geben, ist nicht von Dauer, und man gebraucht sie neuerlich (wenigstens in deutschen Fabriken) nicht mehr so häufig als früher der Fall war. Die Behandlung des Tuches unter Anwendung von Dampf ist nicht in allen Fällen gleich. Manchmal z. B. läßt man den Dampf nur so lange einwirken, bis das Tuch Ein Mal den Weg durch die Maschine gemacht hat; sperrt dann den Zufluß desselben ab, und setzt nun das Bürsten ohne Dampf fort, bis das Tuch trocken ist. Bei anderen Gelegenheiten läßt man das Tuch 10 bis 20 Mal den Weg durch die Maschine unter beständiger Mitwirkung des Dampfes zurücklegen; und spannt es alsdann entweder sogleich zum Trocknen auf Rahmen, oder bringt es noch vorher auf eine andere Bürstmaschine, wo es ohne Anwendung von Dampf einige Zeit gebürstet wird.

Der Bürstentrommel gibt man 13 bis 19 Zoll Durchmesser; dieselbe macht eine solche Anzahl von Umdrehungen (100 bis 180) in 1 Minute, daß ihre Umfangsgeschwindigkeit $5\frac{2}{3}$ bis 14 Fuß für die Sekunde beträgt. Die Geschwindigkeit, mit welcher das Tuch fortschreitet, variirt von 1.3 bis 2.5 Zoll auf jeden Trommelumlauf oder 130 Zoll (4.39 Ellen) bis 452 Zoll (15.28 Ellen) in 1 Minute; dabei wird die Peripherie der Trommel auf einem Bogen von 50 bis 120 Grad, welcher 6 bis nahe an 18 Zoll mißt, von dem Tuche berührt.

### e) Pressen.

Das nach vollendetem Scheeren durch Bürsten gereinigte und geglättete Tuch wird, um ihm die höchste Glätte und ein schönes glänzendes Ansehen zu verleihen, warm gepreßt, wozu man sich einer starken Schraubenpresse mit eiserner senkrechter Spindel, oder der hydraulischen Presse bedient. Das Tuch wird dabei in der Art zusammengefaltet, wie es in den Handel gebracht wird; und man legt zwischen die einzelnen Lagen desselben glatte Bogen von geglänzter Pappe, sogenannte Preßspäne, Tuchpreßspäne (Bd. X. S. 604, 606): feinere zwischen die einander zugewendeten rechten Seiten

des — auf halbe Breite zusammengelegten — Tuches; ordinäre zwischen die unrechten Seiten, mit welchen die zickzackartigen Schichten sich berühren. Es werden 6 bis 12 Stücke Tuch zugleich in die Presse gesetzt. Ueber und unter jedes Stück kommt eine gewöhnliche grobe Pappe (ein Branddeckel), dann ein Brett, und zwischen je zwei Bretter, so wie ganz oben und ganz unten, eine erhitzte eiserne Platte von 3 bis 6 Linien Dicke zu liegen. Das Ganze bleibt 1 bis 2 Tage eingepreßt. Dann wiederholt man das Pressen in derselben Weise, nachdem man das Tuch so umgelegt hat, daß die beim ersten Pressen entstandenen Büge nunmehr in der Mitte der Blätter oder Lagen sich befinden. — Tuche von sehr zarten Farben, z. B. Scharlach, werden kalt — ohne Anwendung erhitzter Platten — gepreßt; überhaupt muß man bei feinen Tuchen den Erfolg des Pressens mehr durch gelinde Wärme mit scharfem Druck als umgekehrt zu erreichen streben, und in den hydraulischen Pressen (welche zu sehr großer Kraftentwicklung geeignet sind) wird deshalb meist nur kalt gepreßt. Zu heißes Pressen macht die Tuche kleisterig; d. h. erzeugt einen unangenehm starken Glanz von solchem Ansehen, als ob das Haar zusammengeklebt wäre.

Da man bei Schichtung des Tuches mit im Feuer erhitzten Eisenplatten nie des Hitzegrades recht sicher ist, und dieses Verfahren manchmal eine Verbrennung, ziemlich oft wenigstens eine nachtheilige Ueberhitzung herbeiführt; so hat man mehrfältig den Gedanken ausgeführt, hohle Metallplatten anzuwenden, und diese durch hineingeleiteten Wasserdampf zu erhitzen. Solche Platten sind 1 ½ Zoll hohe Kästen, gebildet aus einem gußeisernen Rahmen mit rechtwinkelig sich durchkreuzenden Längen- und Querwänden, so daß sie ein Gitter mit vielen viereckigen Oeffnungen darstellen, welches dann einen untern und einen obern Boden aus Eisen-, Kupfer- oder Zinkblech bekommt. Das Gitterwerk verhindert die Böden, sich unter dem Drucke einzubiegen; damit aber der Dampf durch alle die Zellen, aus welchen das Innere besteht, sich verbreiten kann, sind alle Scheidewände mit Oeffnungen versehen. In der einen äußern Seitenwand ihres Rahmens ist jede Platte mit einem kurzen Rohransatze versehen, an welchen sich ein Dampfzuleitungsrohr anschließt. Der Dampf

tritt aus dem Kessel in ein Rohr, welches unweit der Presse senkrecht hinabsteigt, und unten mit einem Behälter zur Aufsammlung des in ihm kondensirten Wassers endigt. Von diesem senkrechten Rohre gehen horizontale engere Röhren aus, welche nach den hohlen Preßplatten führen. Man preßt den aus Tuchstücken, Preßspänen und Preßplatten gebildeten Stoß im kalten Zustande kräftig zusammen, fügt dann die erwähnten horizontalen Dampfröhren an die Rohransätze der Platten, und läßt nun in Letztere den Dampf eintreten (Description des Brevets d'invention etc. dont la durée est expirée. Tome XXXII. p. 136). Später scheint man die Ungelegenheiten, welche aus steifen Dampfzuleitungsröhren entstehen, wohl gefühlt zu haben; denn es sind Apparate von vorbeschriebener Art mit der Abänderung ausgeführt worden, daß die horizontalen Zweige des Dampfrohrs Gelenke erhielten, um sich der etwas höhern oder tiefern Lage der Preßplatten anzubequemen (Description des Brevets etc. T. XLVII. p. 454; Dingler's polytechnisches Journal, Bd. 30, S. 352). Da das Dampfdichthalten der nach obiger Angabe konstruirten hohlen Platten seine Schwierigkeiten finden mag, so benutzte Gerard (Dingler's polytechn. Journal, Bd. 54, S. 334) sie nicht direkt als Dampfbehälter, sondern legte ins Innere jeder Platte, in Holz eingebettet, ein mit zickzackartigen Windungen hin und hergehendes Dampfrohr, dessen beide Enden durch den Umfassungsrahmen auf derselben Seite austreten. Durch eigene Verbindungsröhren werden die Röhren der einzelnen Platten so vereinigt, daß sie einen einzigen, von der untersten Platte bis zur obersten fortlaufenden Kanal bilden, ohne daß dieß dem Zusammenpressen des Tuchstoßes ein Hinderniß in den Weg legt. Hat die Hitze lange genug gewirkt, so leitet man kaltes Wasser durch diesen Kanal, um die Platten und das Tuch abzukühlen, bevor man Letzteres aus der Presse nimmt. —

Der starke Preßglanz, welchen das käufliche Tuch zeigt, ist die Folge davon, daß das Haar der Oberfläche sich durch den starken und anhaltenden von der Wärme unterstützten Druck, in Berührung mit den sehr glatten und glänzenden Preßspänen, dicht niedergelegt hat. Auf einer Tuchfläche, welche sich in diesem Zustande befindet, verursacht jeder Wassertropfen einen matten

oder weniger glänzenden Fleck, weil hier das Haar sich wieder etwas aufrichtet; und wird das Tuch in größerer Ausdehnung durchnäßt, so verliert es nicht nur den Glanz, sondern läuft auch ein (wird kleiner) — um desto mehr, je stärker es bei den früheren wiederholten Trocknungen auf dem Spannrahmen gereckt worden ist. Aus diesem Grunde muß das Tuch vor der Verarbeitung zu Kleidern einer Behandlung unterworfen werden, welche den Preßglanz beseitigt und dem Tuche Gelegenheit gibt, so viel einzulaufen (einzugehen), als seine Natur verlangt. Man nennt diese Behandlung das Krumpen oder Krimpen, und unterscheidet zwei Methoden derselben, nämlich die Wasserkrumpe und die Dampfkrumpe.

Die Wasserkrumpe (das Glanzabziehen) besteht darin, daß man entweder das Tuch in Wasser eintaucht und es auf dem Rahmen mäßig angespannt (ohne es gewaltsam zu recken) wieder trocknen läßt; oder es mit nassen Tüchern schichtet und so befeuchtet preßt. Hiernach bleibt dem Tuche nur derjenige Glanz, welcher der Wolle von Natur und zufolge des Dekatirens bei der Fabrikation (s. oben) eigen ist.

Bei der Dampfkrumpe (dem Dekatiren), der jetzt in der Regel üblichen Methode, wird das Tuch auf der sogenannten Dekatirmaschine mit Wasserdampf getränkt und zugleich (ohne Preßspäne) gepreßt, wodurch das Haar sich glatt und dauerhaft niederlegt, und ein der Nässe völlig widerstehender künstlicher Glanz hervorgeht. Die Dekatirmaschine besteht in ihrer einfachsten Gestalt aus einem viereckigen gemauerten, etwa 2 Fuß hohen Ofen, dessen Decke durch eine flache gußeiserne Platte gebildet wird. Man legt auf diese Platte, nachdem sie durch die Feuerung erhitzt ist, mehrfache Lagen nasser grober Leinwand, begießt diese reichlich mit Wasser, bringt darauf das zusammengefaltete, in eine wollene Decke eingeschlagene (vorläufig stark — aber nur kalt — gepreßte) Tuch, darüber ein Brett, und gibt den Druck vermittelst einer mitten über dem Ofen angebrachten Schraubenspindel. Nach 12 bis 25 Minuten öffnet man die Presse, nimmt das Tuch heraus, schüttelt es tüchtig aus, um den darin befindlichen Dampf zu entfernen, und spannt es auf den Rahmen zum Trocknen, wobei wieder alles Recken

vermieden werden muß. Wenn durch Unvorsichtigkeit bei diesem Verfahren Mangel an Wasser entsteht, so bekommt das Tuch zu viel Hitze und verbrennt entweder, oder wird wenigstens hart und brüchig. Eine zweckmäßigere Methode der Dampferzeugung besteht in Folgendem. Die eiserne Platte auf dem Ofen ist an allen vier Seiten mit einem etwa 4 Zoll hohen Rande eingefaßt, und mit einer großen Anzahl eben so hoher Scheidewände der Länge und der Quere nach versehen; so daß sie eine Art niedriger Pfanne darstellt, welche von den Scheidewänden in viele quadratische Zellen (die aber durch Oeffnungen der Scheidewände mit einander in Verbindung stehen müssen) abgetheilt wird. Als Deckel kommt auf diese Pfanne eine Kupferplatte, welcher die Scheidewände zur Unterstützung dienen, und die mit sehr zahlreichen kleinen Löchern versehen ist. Auf die Kupferplatte legt man zuerst mehrfache Leinwand, darüber das Tuch, endlich das Preßbrett. Kommt das Wasser in der Pfanne zum Kochen, so tritt der daraus gebildete Dampf durch die Löcher der Kupferplatte aus, und durchdringt die Leinwand und das Tuch. Noch besser und für einen regelmäßigen Betrieb angemessener ist es, das nach vorstehender Angabe konstruirte pfannenartige Behältniß gar nicht mit Wasser zu versehen, also auch nicht auf einen Ofen, sondern auf das Fundament einer gewöhnlichen Tuchpresse zu setzen, wo es als Dampfkasten dient, um den in einem abgesonderten Dampfkessel erzeugten, mittelst eines Rohres hineingeleiteten Wasserdampf aufzunehmen und in das über der durchlöcherten Kupferplatte aufgestapelte Tuch zu übertragen. In jedem Falle wird beim Auflegen des Tuches darauf geachtet, daß der Druck mittelst des Preßbrettes die Falten oder Biegungen an den Enden des Packes nicht trifft; diese Stellen empfangen also auch zunächst keine Einwirkung Man behandelt aber nachher das Tuch zum zweiten Male auf gleiche Weise, mit dem einzigen Unterschiede, daß man nun beim Zusammenlegen die das erste Mal ohne Pressung gebliebenen Theile mitten unter das Preßblatt bringt. Beim Zupressen muß der Druck stufenweise verstärkt werden, widrigenfalls das Tuch leicht fleckig wird. — Verschiedene Modificationen des Dekatirapparats sind beschrieben und abgebildet in dem Kunst- und Gewerbblatte des polytechnischen Ver-

eins für das Königreich Baiern: Jahrgang 1832, S. 615; Jahrg. 1836, S. 461; Jahrg. 1841, S. 761.

K. Karmarsch.

# Uhren.

Das Wort »Uhr« bezeichnet im weiteren Sinne eine jede mechanische Vorrichtung, welche die Bestimmung hat, die Zeit zu theilen, und den Verlauf der Zeittheile in Uebereinstimmung mit der üblichen Zählung derselben in Stunden, Minuten oder auch Sekunden anzugeben *).

---

*) Die Dauer der Stunde, der Minute und Sekunde, welche man als Einheiten bei der Messung kleinerer Zeittheile gebraucht, wird bekanntlich durch die Theilung des mittleren Sonnentages erhalten, wobei der 24. Theil des Tages die Stunde, der 60. Theil der Stunde die Minute, und der 60. Theil der Minute die Sekunde gibt. In der gemeinen Zeiteintheilung läßt man den (mittlern) Sonnentag um Mitternacht beginnen und zählt die Stunden in natürlicher Ordnung bis auf 12, auf welchen Zeitpunkt der natürliche Mittag fällt, welcher sonach das Ende der 12. Tagesstunde ist. Von diesem zählt man die Stunden wieder von vorne angefangen in der natürlichen Reihenfolge bis zum Schlusse der 12. Stunde Nachts, mit welchem zugleich der neue Tag seinen Anfang nimmt. Hiernach zerfällt also der ganze Sonnentag in zwei gleiche Hälften, deren jede 12 Stunden enthält, und wovon die eine der Vor-, die andere der Nachmittag genannt werden kann, welchen Beisatz man auch den mit gleichen Zahlen bezeichneten Stunden der beiden Tageshälften gibt, um bemerklich zu machen, welcher dieser Hälften die betreffenden Stunden angehören.

Es ist nun die Aufgabe der Uhr, das Geschäft der Stundenzählung zu verrichten und in jedem Augenblicke mit Leichtigkeit erkennen zu lassen, wie viele Stunden und Theile derselben seit dem Beginne des eben im Verlaufe begriffenen halben Tages verflossen seien. Von einer diesen Dienst leistenden Uhr sagt man, sie sei im Gange und wenn ihre Angabe den wirklich verflossenen Theil des halben Tages anzeigt, sie gehe richtig. Dieser von der Uhr angezeigte verflossene Zeittheil heißt auch Uhrzeit, oder einfach die Zeit, wie diese Bezeichnung in mehreren Redensarten gebräuchlich ist.

Von dem mittleren ist der wahre Sonnentag zu unterscheiden, welcher die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden oberen Culmi-

Im engern Sinne versteht man aber unter dieser Benennung eine mehr oder weniger zusammengesetzte Maschine, welche mit Hilfe eines Räderwerkes und anderer Maschinentheile den eben angedeuteten Zweck der Uhr verwirklichet.

Von ihrem charakteristischen Hauptbestandtheile, dem Räderwerke nämlich, führt sie den Namen Räderuhr im Gegensatze zu Uhren anderer Einrichtung, wie z. B. der Sonnenuhr. — In diesem Artikel soll nur von der Räderuhr gesprochen werden, daher auch das ohne einem nähern Beisatze gebrauchte Wort Uhr keine andere, als eine Räderuhr bezeichnen wird.

Die Uhr in ihrer einfachsten Gestalt, wie eine solche in dem Artikel »Räderwerk« Encyclopädie Band XI. Seite 505 u. f. beschrieben ist, enthält bloß jene Maschinentheile, welche zur Erreichung ihres Hauptzweckes »der richtigen Zeitangabe nämlich« unumgänglich nothwendig sind. Als solche müssen bezeichnet werden:

1. Das Räderwerk, welches als Träger der Bewegung und jener Bestandtheile anzusehen ist, durch welche die Zählung der Stunden und ihrer Theile bedingt ist.

2. Der Bewegungsapparat, von welchem die Bewegung des Räderwerkes ausgeht, und ununterbrochen erhalten wird.

3. Die Hemmung, jene Vorrichtung, durch welche die Bewegung des Räderwerkes regelmäßig unterbrochen, und so abgeändert wird, daß jedes Rad seine Umläufe in gleichen Zeiten vollbringt.

---

nationen des Sonnenmittelpunktes begreift. Diese ist von Tag zu Tag veränderlich, weshalb der Mittag des wahren und mittleren Sonnentages selten zusammenfällt. Der Zeitunterschied beider heißt die Zeitgleichung, mit ihrer Hilfe kann man aus dem Mittag des wahren Sonnentages (wahrer Mittag) jenen des mittleren Sonnentages (mittlerer Mittag) finden. Die Zeitgleichung spielt eine wichtige Rolle in der Stellung und Prüfung des richtigen Ganges der Uhren, da nicht der mittlere, sondern nur der wahre Mittag aus unmittelbaren Beobachtungen gefunden werden kann, die Uhr aber nicht die Stunden und somit auch den Mittag des wahren, sondern des mittleren Sonnentages zeigt. Nur die Sonnenuhr gibt die Stunden des wahren Sonnentages, oder die wahre Zeit an, während die Räderuhr die mittlere Zeit zeigt.

4. Der Regulator, der während des Ganges der Uhr ununterbrochen schwingende (oscillirende) Maschinentheil, welcher auf die Hemmung wirkt, und diese zu jenen Funktionen zwingt, in Folge derer das Räderwerk eine regelmäßige Bewegung annimmt.

5. Das Zeigerwerk, welches aus etlichen Rädern besteht, deren Verrichtung hauptsächlich dahin geht, daß die mit ihnen verbundenen über einer Scheibe, dem Zifferblatte, sichtbare Zeiger der Uhr sich so bewegen, daß man aus ihrem Stande im Augenblicke der Beobachtung die Zeit der Uhr erkennen kann.

Die hier genannten Bestandtheile bilden das sogenannte Geh- oder Gangwerk der Uhr. Mit denselben sind aber meistens noch andere Vorrichtungen verbunden, deren Funktionen den Hauptzweck der Uhr mehr oder weniger unterstützen. Als solche können angesehen werden: „der Sekundenzeiger," welcher wenigstens bei der Uhr nicht nothwendig vorkommen muß, und bei einer gewissen Einrichtung der Uhr einen eigenen Mechanismus erfordert. Der Datums-, Wochentags-, Sonnen- und Mondeszeiger u. s. w., dann die verschiedenen Schlagwerke und der Wecker. Mitunter finden sich auch noch solche Vorrichtungen; welche mit dem Zwecke der Uhr wenig oder nichts gemein haben, sonach als hier fremde Zuthaten anzusehen sind, wie z. B. sogenannte Spiel- und Orgelwerke, verschiedene Automaten und dergl.

Nach der Mannichfaltigkeit der Einrichtung, welche die Uhr als einfaches Gangwerk oder auch in ihrer größern Zusammengesetztheit erhalten kann, ergeben sich verschiedene Arten von Uhren, die man nach gewissen charakteristischen Bestandtheilen unterscheidet und benennt. Hiernach zerfallen die Uhren in Pendel- und Unruh-, feststehende und tragbare, Gewicht- und Federuhren, oder mit Rücksicht auf ihre Nebenmechanismen in Sekunden- und Datumsuhren, in Schlag- und Weckeruhren u. dgl. Nach der Art ihres Gebrauches und dem Grade ihrer Genauigkeit unterscheidet man die Uhren weiters in Haus-, Zimmer- oder Stubenuhren, in Thurmuhren, in Taschen-, Reise- und Seeuhren (Schiffsuhren), in astronomische Uhren u. s. w. Aeußerst genau gehende und eigens construirte Taschenuhren so wie die zum Zwecke der Schifffahrt, insbesondere zur Bestimmung der Längen-

positionen des Schiffes bestimmten Uhren (Längenuhren) führen den Namen Chronometer (Zeitmesser). Erstere werden Taschen-, letztere Schiffs-(Box) Chronometer genannt.

Die fruchtbarste Eintheilung der Uhren, sowohl für eine übersichtliche Darstellung der mannichfaltigen Arten derselben als auch für ein tieferes Eingehen in die wesentlichen Bedingungen einer richtigen Bauart und eines möglichst genauen Ganges derselben dürfte jene nach dem Regulator sein, und sie ist dieser Abhandlung um so mehr zu Grunde gelegt, als sich bei derselben eine ungezwungene Berücksichtigung der anderweitigen Eintheilungsarten und der dieselben bedingenden Bestandtheile mit in Verbindung bringen läßt.

Anstatt aber sogleich in eine gesonderte Beschreibung der Pendel- und Unruhuhren einzugehen, wurde es in dem Bestreben kurz und doch verständlich zu sein und zur Vermeidung von Wiederholungen für zweckmäßig erachtet, die wesentlichen Bestandtheile des einfachen Gangwerkes beider Arten von Uhren gemeinschaftlich zu behandeln, und dann erst auf die nähere Darstellung der verschiedenen Hauptarten der Pendel- und Unruhuhren überzugehen.

## A. Von den Bestandtheilen des Gangwerkes.

1. Keiner von den bereits aufgezählten Bestandtheilen des Gangwerkes hat auf den richtigen Gang der Uhr einen so entschiedenen Einfluß, als wie der Regulator. Von der Gleichförmigkeit seiner Schwingungen hängt die Regelmäßigkeit der Bewegung des Räderwerkes, sonach auch die Gleichförmigkeit des Fortschreitens der Uhrzeiger ab, mit welcher letztern Bedingung die richtige Zeitangabe der Uhr in engster Verbindung steht. Der Regulator ist der eigentliche zeitmessende Bestandtheil, und das Räderwerk nur insoferne für die Uhr von Wesenheit, als es die Schwingungen des ersteren zu unterhalten, die während derselben verfließenden Zeittheile ununterbrochen zu zählen, und die seit einem bestimmten Zeitpunkte angewachsene Summe dieser Zeittheile in jedem Augenblicke mittelst des Zeigerwerkes durch die Zeiger auf dem Zifferblatte ersichtlich zu machen hat.

Als Regulator dient wie bereits angegeben wurde, entweder

das Pendel oder die Unruhe. Es ist sowohl für die wissenschaftliche Auffassung der Leistungsfähigkeit einer Uhr, als auch für den ausübenden Uhrmacher von der größten Wichtigkeit, die Bewegungsgesetze und die Bedingungen genau zu kennen, von denen die Gleichzeitigkeit der Schwingungen dieser Regulatoren als Hauptbedingniß für die Möglichkeit der Herstellung eines richtigen Zeitmessers abhängt, weil nur unter dieser Voraussetzung die Einrichtungen, welche zur Erzielung der Gleichförmigkeit jener Schwingungen zu treffen sind, gehörig begriffen und gewürdiget werden können. Es soll daher in dem folgenden Abschnitte sowohl von Bewegungsgesetzen als auch den für die Gleichförmigkeit der Schwingungen beider Regulatoren nothwendigen Vorkehrungen etwas ausführlicher gehandelt, und dabei zuerst von dem Pendel und dann von der Unruhe gesprochen werden.

### a) Von den Regulatoren der Uhren.

#### α) Das Pendel.

2. Das Pendel, wie es bei Uhren angewendet wird, besteht in seiner einfachen Gestalt aus einer prismatischen oder cylindrischen Stange aus Metall, Holz oder auch Glas (Pendelstange), welche an einem Ende einen verhältnißmäßig schweren Körper aus Eisen, Messing, Blei, Quecksilber oder Stein in Form einer Kugel, eines Cylinders, einer Linse u. dgl. (den Pendelkörper) trägt, an dem andern Ende aber mit einer Vorrichtung zum Aufhängen versehen ist, die eine möglichst leichte Bewegung um eine horizontale Achse zuläßt. Fig. 1. Taf. 477 stellt ein solches Pendel in der Vorder- und Seitenansicht dar. A ist eine mit der Uhr in Verbindung stehende Platte mit zwei zur Aufnahme eines Seidenschnürchens dienenden Löcher α und β. Das Pendel wird mit den an dem obern Ende der Stange befindlichen Häkchen in die aus der Seidenschnur gebildete Schlinge α, β, γ eingehängt. B stellt die Pendellinse vor. Sie ist entweder aus einem dicken Messingbleche oder aus Blei hergestellt, welches aber, um ihr ein besseres Aussehen zu verschaffen, in eine linsenförmige Hülse aus Messingblech eingegossen wird. Die auf ihrer Oberfläche polirte Linse ist in der Richtung ihres größten Durchmessers mit einer Oeffnung versehen, mit welcher sie über die Pendelstange gescho-

ben, und an derselben leicht bewegt werden kann. Zur Unterstützung der Linse dient die Schraubenmutter S, welche auf das in eine Schraubenspindel auslaufende Ende der Pendelstange A B aufgeschraubt ist. Sie wird die Regulirungsschraube genannt, weil sie auch dazu dient, um nach Erforderniß die Linse B zu heben oder zu senken.

Bei Pendeln ganz gemeiner Art besteht die Stange aus einem stärkern oder schwächern Eisendraht, deren oberes hackenförmiges Ende a in eine leicht bewegliche Drathschlinge $\alpha\beta\gamma$ die sich auf einen festen Drahtbügel stützt, eingehängt ist, wie dieses Fig. 2 zeigt. Das andere Ende b des Drathes trägt die hölzerne meist mit Messingblech überzogene Linse B, in welcher sich die Schraubenmutter befindet, welche auf die an b eingeschnittenen Schraubengewinde paßt, wodurch man die Linse durch Vor- oder Rückwärktsdrehen heben oder senken kann. Bei leichten und kurzen Pendeln, welche nach der in Fig. 1 angegebenen Methode aufgehangen werden, fehlt meistentheils die Regulirungsschraube, indem der Pendelkörper an der Stange festsitzt, und allenfalls dadurch gehoben oder gesenkt wird, daß sich auf eine leichte Weise die Seidenschlinge verkürzen oder verlängern läßt. Häufig sind dergleichen Pendel mit jener Welle in unmittelbarer Verbindung, an welcher der das Räderwerk hemmende Bestandtheil angebracht ist. In diesem Falle läßt sich der kegelartige Pendelkörper mit Hilfe einer Schraube verstellen, oder der flache oft knopfförmige Pendelkörper haftet an der Stange mittelst Reibung und läßt sich mit freier Hand verschieben.

Pendel, welche als genaue Regulatoren dienen sollen, haben bei einer meist ziemlich langen Stange einen bedeutend schweren Pendelkörper von linsenförmiger oder cylindrischer Gestalt, dessen Gewicht von 2 bis 20 Pfd. und darüber geht.

Sie erfordern daher eine möglichst solide Aufhängevorrichtung, welche zugleich eine leichte Bewegung um die Drehungsachse gestattet. Eine solche Aufhängeeinrichtung wird entweder mittelst einer bandförmigen dünnen Stahlfeder, oder mittelst einer Schneide erreicht. Fig. 3 stellt die erstere dieser Aufhängevorrichtungen dar. A ist der messingene Pendelkloben, dessen kreisförmige Platte d den in eine Schraubenspindel aus-

laufenden Bolz b trägt, welcher durch eine passende Oeffnung eines Pfostens m m (der Rückwand des Uhrkastens) hindurchgesteckt, und durch die Mutter c fest angezogen wird. Dabei muß der an dem freien Ende des Klobens befindliche Einschnitt eine verticale Stellung erhalten, welche die durch die Platte d hindurchgehende in den Pfosten m m eingeschraubte Holzschraube e sichert. In den bemerkten Einschnitt wird die Feder f mit dem durch zwei aufgenietete Messingplättchen verstärkten Kopf a eingelegt, und durch den durchgeschobenen Bolz a getragen. Das untere Ende der Feder ist auf gleiche Weise verstärkt, durch dasselbe ist der Bolz g hindurchgesteckt, auf welchen die in einen Doppelhacken ausgehende Pendelstange aufgehangen wird. Die Feder f hat eine Länge von 1 — 2″ und zur Vermeidung von Schwankungen des Pendels unmittelbar am Kloben eine Breite von 4 — 9‴, an dem untern Ende eine verhältnißmäßig geringere Breite. Um einer breitern Feder die allenfalls zu große Steifigkeit zu nehmen, versieht man sie in der Mitte der Länge nach mit einem 2 — 3‴ breiten Einschnitt. Die Bolzen a und g gestatten dem Pendel dem Zug der Schwere ungehindert zu folgen, wobei die Stange eine verticale Lage annimmt, und ungehindert um eine horizontale Drehungsachse schwingt.

Die Aufhängung des Pendels mittelst einer Schneide hat im Wesentlichen folgende Einrichtung. Das obere Ende a (Fig. 4) der Pendelstange ist mit einem Einschnitte versehen, welcher eine Stahlplatte s aufnimmt, die sich in eine nach abwärts gerichtete Schneide endiget. Sie wird durch den Bolz b mit der Pendelstange derart verbunden, daß ihr eine Drehung um denselben möglich ist. Die Schneide wird von zwei Ebenen gebildet, welche gegen einander unter einem Winkel von 60 — 90° geneigt sind. Der starke messingene oder schmiedeiserne Träger c d f wird mittelst Schrauben an einen Pfosten oder sonst wie befestiget, und ist mit dem um eine horizontale Achse drehbaren messingenen Rahmen g versehen, in dessen Pfannen m n die Schneide der Platte s eingelegt wird. Die horizontale Drehungsachse des genannten Rahmen wird durch die zwei Schrauben h h gebildet, deren in die Arme c f eingeschraubten Spindeln, so

weit sie aus derselben hervorragen, glatt gelassen sind, und den Rahmen g g tragen. Damit die Schneide sich in den Pfannen nicht verschieben könne, sind dieselben nach außen zu mit den Deckplatten o und p versehen. Die Schneide s, die stählernen Pfannen m und n, so wie die Deckplatten aus gleichem Material müssen gut gehärtet und fein polirt sein. Auch muß der Rahmen der Pendelstange den zu ihrer Bewegung erforderlichen Raum gestatten. Der Bolz b sowie die Drehungsachse h h gestatten der Pendelstange, sich dem Zuge des Pendelkörpers entsprechend zu stellen, wobei die Schneide eine horizontale Lage anzunehmen strebt, und auch die Pfannen zu einer solchen nöthiget.

Da in den aufwärts gerichteten Pfannen sich leicht Staub ansammelt, welcher der regelmäßigen und leichten Bewegung des Pendels hinderlich werden kann, welcher Uebelstand bei nach abwärts gekehrten Pfannen nicht so leicht eintritt, so wird die Anordnung der Pfanne und Schneide auch umgekehrt, d. h. die Pfannen werden mit der Pendelstange, und die Schneide mit dem Rahmen in Verbindung gebracht.

Diese Aufhängungsweise des Pendels gestattet zwar demselben eine leichtere Bewegung als jene mit der Feder (nach F. Berthoud's Erfahrung ist die Beweglichkeit des Pendels bei der ersten Aufhängungsweise $1/8$ mal größer, als bei der letztern), läßt aber befürchten, daß die Schneide in die Pfanne nach und nach eindringe, und sich selbst abstumpfe, wobei die Beweglichkeit des Pendels in einem hohen Grade gefährdet wird. Darum wird die Aufhängungsweise mittelst Feder von den meisten Uhrmachern jener mittelst Schneide vorgezogen.

3. Jedes auf eine zweckmäßige Weise aufgehangene Pendel läßt sich um eine horizontale Achse drehen, und nimmt, aus seiner Ruhelage herausgebracht, eine hin- und hergehende oder schwingende Bewegung an. Um die Gesetze derselben einfach auszudrücken, sind nachfolgende Bezeichnungen gebräuchlich. Denkt man sich durch die zur Drehungsachse des Pendels parallel liegende Schwerlinie eine senkrechte Ebene gelegt, welche zugleich durch den Schwerpunkt dieser Linie geht, so durchschneidet sie die Drehungsachse in dem Aufhängpunkte.

Während der Hin- und Hergänge des Pendels, welche

Schwingungen genannt werden, bleibt die gerade Verbindungslinie des Schwer- und Aufhängepunktes beständig in jener Ebene, die man daher auch Schwingungsebene nennt. Der Winkel, um welchen sie von jener Stellung sich entfernt, welche die Ruhelage des Pendels bezeichnet, heißt der Elongationswinkel, der Bogen, welchen der Schwerpunkt bei jeder Schwingung zurücklegt, der Schwingungsbogen, die Zeit, welche der Schwerpunkt braucht, um von dem einen Ende des Schwingungsbogens zu dem andern zu gelangen, die Schwingungszeit. Oft wird das Pendel nach seiner Schwingungszeit benannt, insbesondere dasjenige, dessen Schwingungszeit eine Sekunde beträgt, und welches daher den Namen Sekundenpendel führt. Fig. 5 stellt in A den Aufhänge-, in S den Schwerpunkt eines Pendels dar; A S bedeutet die Ruhelage, die Ebene des Winkels S′AS″ die Schwingungsebene; so wie der Winkel SAS′ oder SAS″ den Elongationswinkel vorstellt, wenn S″SS′ der Schwingungsboden des Pendels ist.

Es gibt in jedem Pendel einen Punkt (in der Ebene SAS″), in welchem die ganze Masse oder das Gewicht sämmtlicher materiellen Punkte desselben vereiniget sein könnten, ohne daß hierdurch seine Schwingungsdauer eine Veränderung erlitte. Man nennt ihn den Mittelpunkt des Schwunges oder auch, wiewohl etwas unrichtig, den Schwingungsmittelpunkt. Er liegt in der Verlängerung der Geraden AS, sein Abstand vom Aufhängepunkte — in der Regel nur um Weniges größer, als jener des Schwerpunktes vom Aufhängepunkte — stellt die Länge des Pendels dar.

4. Die Schwingungen des Pendels sind an nachstehende Gesetze gebunden:

*a.* Das aus seiner Ruhelage gebrachte, und sich dann selbst überlassene Pendel wird durch die Einwirkung der Schwere und in Folge der Trägheit in eine schwingende Bewegung versetzt, welche in der durch den Schwer- und Aufhängepunkt gehenden auf die Drehungsachse senkrechten Ebene stattfindet. Ohne der Reibung oder einem andern an der Drehungsaxe vorhandenen Widerstande, und ohne der Einwirkung der Luft auf den Pendelkörper müßten die Schwingungen desselben ununterbrochen fortdauern; sie halten aber um so länger an, je geringer die angedeuteten Bewegungshindernisse sind.

β. Die Bewegung des Pendels ist eine ungleichförmige, und zwar bei der Rückkehr zur Ruhelage (beim Niedergange) eine ungleichförmig beschleunigte; bei seiner Entfernung von derselben (beim Aufgange) eine ungleichförmig verzögerte.

γ. Der Schwerpunkt des Pendels hat in einem beliebigen Punkte seiner Bahn eine Geschwindigkeit, wie ein freifallender Körper, welcher einen Fallraum gleich der Höhe jenes Bogens zurückgelegt hat, der sich von dem Ende bis zu dem angenommenen Punkte des Schwingungsbogens erstreckt. So hätte der Schwerpunkt des Pendels in der Lage S''' Fig. 5. eine Geschwindigkeit erlangt, nachdem er den Bogen SS''' zurückgelegt hat, welche der Fallhöhe CP entspräche.

δ. Die Schwingungszeit des Pendels ist von seiner Länge, von der Größe seiner Elongation und von der Intensität der Erdschwere abhängig; sie läßt sich bei einem sehr kleinen Elongationswinkel durch das Product aus dem Kreisverhältnisse und der Quadratwurzel aus dem Quotienten der Acceleration der Schwere in die Pendellänge ausdrücken.

ε. Die Längen zweier Pendel erhalten sich bei gleicher Elongation und Intensität der Schwere, wie die Quadrate ihrer Schwingungszeiten.

ζ. Die Anzahl Schwingungen zweier Pendel in derselben Zeit und unter den Voraussetzungen wie in ε, verhalten sich verkehrt, wie die Quadratwurzeln aus den betreffenden Längen, oder die Längen zweier solcher Pendel verhalten sich verkehrt, wie die Quadrate der Anzahl der Schwingungen, welche beide Pendel in gleicher Zeit vollbringen.

η. Aendert sich die Länge des Pendels, ohne daß der Elongationswinkel und die Acceleration der Schwere sich veränderten, so ist die Aenderung der Schwingungszeit gleich dem Quotienten aus der doppelten Pendellänge in die Aenderung der einfachen Länge multiplizirt mit der ursprünglichen Schwingungszeit.

ϑ. Aendert sich bloß der Elongationswinkel, so nimmt auch mit diesem die Schwingungszeit zu oder ab, und zwar ist die Veränderung der Schwingungszeit um so merklicher, je größer bei derselben Aenderung des Elongationswinkels seine ursprüngliche Größe war.

Beträgt z. B. der anfängliche Elongationswinkel 30 Minuten, nimmt aber durch irgend einen Einfluß um 5 Minuten zu, so bringt dieses in der Schwingungszeit eines Sekundenpendels eine Aenderung von 0·''0000015 hervor, wobei dasselbe binnen 24 Stunden um 0·138 einer Schwingung weniger machen würde. Hätte aber der ursprüngliche Schwingungswinkel 30° betragen, so würde die Schwingungszeit bei gleicher Aenderung des Elongationswinkels um 0 ''0000965 zunehmen, das Pendel dabei in 24 Stunden um 8·34 Schwingungen weniger machen. Je kleiner daher der Schwingungswinkel eines Pendels ist, desto geringer ist die Aenderung seiner Schwingungszeit bei eintretenden kleinen Variationen des Elongationswinkels, weßhalb man die Schwingungen eines Pendels von sehr kleinem Elongationswinkel als gleichzeitig oder isochron ansehen kann.

i) Aendert sich gleichzeitig die Länge und der Elongationswinkel eines Pendels, so muß zwar im Allgemeinen ebenfalls eine Veränderung seiner Schwingungszeit eintreten, dieselbe fällt aber größer oder kleiner aus, je nachdem beide Aenderungen im gleichen oder entgegengesetzten Sinne Statt finden. Im letztern Falle kann sogar die Aenderung der Schwingungszeit völlig unmerklich bleiben, obschon die Veränderung der Pendellänge oder des Elongationswinkels für sich hinreichend gewesen wäre, die Schwingungszeit um ein Bedeutendes zu vergrößern oder zu verkleinern.

k) Auch die Veränderung der Intensität der Schwere oder der dadurch bedingten Acceleration derselben übt einen Einfluß auf die Schwingungszeit des Pendels aus. Je größer die Acceleration der Schwere an einem Orte der Erdoberfläche ist, desto kleiner wird unter übrigens gleichen Umständen die Schwingungszeit des Pendels und umgekehrt. Bringt man also ein und dasselbe Pendel an zwei Orte von verschiedener Acceleration der Schwere, so kann seine Schwingungszeit nicht dieselbe sein. Man findet, daß sich die Quadrate seiner Schwingungszeiten an den beiden Orten verkehrt wie die Accelerationen der Schwere verhalten. Auch mit der Höhe über der Meeresfläche ändert sich die Acceleration der Schwere, und nimmt bekanntlich im quadratischen Verhältnisse mit der Entfernung von dem Mittelpunkte der

Erde ab. Hiernach nimmt die Schwingungszeit eines Pendels um so mehr zu, je höher über die Meeresfläche man dasselbe bringt. Man findet die Differenz der Schwingungszeit eines Pendels in einer gewissen Höhe über der Meeresfläche, wenn man das Produkt aus der Höhe in die Schwingungszeit an der Meeresfläche mit 0·000000298 multiplicirt, wobei aber die Höhe in Wiener Klafter ausgedrückt sein muß. Hiernach schwingt ein Pendel in 100° Höhe über der Meeresfläche, um den 0·0000298sten Theil seiner Schwingungszeit langsamer, was in 24 Stunden 2·''57 betrüge.

Anmerkung. Um die hier angegebenen höchst wichtigen Gesetze der Pendelbewegungen wenigstens anmerkungsweise zu erörtern, sei in Fig. 5 S der Schwerpunkt, A der Aufhängepunkt, AS die Ruhelage des Pendels. Wirkt auf S keine andere als die Schwerkraft P, so muß dieser Punkt, und somit das Pendel in Ruhe bleiben, weil die in S angreifende Schwerkraft eine verticale Richtung hat, und sonach durch den in derselben liegenden festen Punkt A aufgehoben wird. Wird das Pendel in die Stellung AS' gebracht und hier sich selbst überlassen, so wirkt zwar auf den Schwerpunkt S' auch nur die Schwerkraft, allein ihre verticale Richtung geht nicht mehr durch den Aufhängepunkt A, daher durch denselben die Wirkung der Schwerkraft nicht mehr im Gleichgewichte erhalten werden kann. Es läßt sich aber die Schwerkraft P in zwei auf einander senkrecht wirkende Seitenkräfte p und q zerlegen, von denen letztere q in die Richtung AS' fällt, und somit durch den Punkt A aufgehoben wird; die erstere aber p, welche sich durch P sin $\alpha$ ausdrücken läßt, wenn $\alpha$ den Elongationswinkel SAS' bezeichnet, ungestört auf S' wirken, sonach diesen Punkt in der auf AS' senkrechten Richtung gegen S zurückführen kann. Man sieht leicht, daß diese Kraft in jedem Augenblicke ihre Richtung und Intensität ändere, indem mit der Abnahme des Winkels $\alpha$ die Richtung der Kraft sich nach und nach der Horizontalen, und die Intensität in gleicher Weise der Nulle sich nähere, welcher Fall auch eintritt, wenn S' nach S zurückgekehrt ist. Da sonach der Punkt S' durch den ganzen Bogen S'S von einer Kraft afficirt wird, so muß seine Bewegung eine beschleunigte, und wegen der beständigen Abnahme der

Kraft eine ungleichförmig beschleunigte sein. Nach S gelangt, hat der Schwerpunkt die größte Geschwindigkeit seiner Bewegung erreicht, er kann sonach hier nicht plötzlich in Ruhe übergehen, sondern muß in Folge seiner Trägheit, und weil er sich von A nicht entfernen kann, mit der erhaltenen Geschwindigkeit sich in dem Bogen $SS''$ weiter bewegen, und dieses so lange, bis die seiner Bewegung nun entgegenwirkende Kraft $P . \sin\alpha$ seine Geschwindigkeit nach und nach zu nichte macht. Da nun während seines Weges $SS''$ eine beständig wachsende Kraft auf die Verminderung der Geschwindigkeit des Schwerpunktes S hinwirkt, so muß diese Bewegung eine ungleichförmig verzögerte sein. Heißt der Elongationswinkel für die Stellung des Schwerpunktes in $S''' \; \alpha_{,,,}$ so ist hier die beschleunigende Kraft desselben $p''' = P \sin\alpha_{,,,}$. Nennt man die Masse des Pendels M, so ist bekanntlich $P = M . g$, wobei g die Acceleration der Schwere bedeutet. Für $p_{,,,}$ besteht daher die Gleichung: $p_{,,,} = P . \sin\alpha_{,,,} = = Mg_{,,,} = Mg \sin\alpha_{,,,}$ d. i. $g_{,,,} = g \sin\alpha_{,,,}$ welches die Acceleration der Masse M des Pendels in $S'''$ ist. Bewegt sich der Schwerpunkt noch um den sehr kleinen Bogen $S_{,,,}m = ds$ während der sehr kleinen Zeit $dt$ weiter, so besteht die Gleichung $ds = - vdt$, wenn v die Geschwindigkeit bedeutet, welche der Schwerpunkt während seiner Bewegung durch den Bogen $SS_{,,}$ erhalten hat. Es ist aber auch $dv = g_{,,,} . dt$, woraus $d^2s = - g_{,,,} . dt^2 = - g \sin\alpha_{,,,} . dt^2$ folgt.

Ist S der Ursprung des Achsensystems und SA die Richtung der Achse der X, ferner $SP = x$ und $S_{,,,}P = y$, so hat man auch: $dx = \sin\alpha_{,,,} . ds$, und wegen $d . ds^2 = 2ds . d^2s = = - 2 . ds . g . \sin\alpha_{,,,} dt^2$; oder $d . \frac{ds^2}{dt^2} = - 2g . dx.$ Integrirt man diese Gleichung innerhalb der Grenzen von $x = 0$ bis $x = SC$, so erhält man mit Rücksicht auf die vorhergehenden Gleichungen

$$v^2 = 2g(SC - x) \text{ oder } v = \sqrt{2g(SC - x)};$$

welcher Ausdruck der Geschwindigkeit eines frei fallenden Körpers nach der Fallhöhe $SC - x = CP$ entspricht, welche Höhe zugleich die Höhe des Bogens $SS_{,,}$ darstellt. Wäre der Schwerpunkt von $S_{,}$ bis S gelangt, so hätte er mit Rücksicht darauf,

daß die Höhe des durchlaufenden Bogens CS ist, die Geschwindigkeit $v = \sqrt{2g \cdot CS}$ erhalten. Ein mit dieser Geschwindigkeit vertical aufwärts geworfener Körper muß aber die Höhe SC erreichen. Da aber der Schwerpunkt mit dieser Geschwindigkeit in dem Bogen SS'' zu steigen anfängt, und nach dieser Voraussetzung kein anderes Hinderniß der Bewegung erleidet, als welches von der Schwere herrührt, so muß er in dem genannten Bogen auf eine Höhe gelangen, welche jener SC gleich ist, woraus also folgt, daß das Pendel bei seinem Aufgange einen eben so großen Bogen zurücklegt als es bei seinem Niedergange durchlaufen hat.

Da die Winkelgeschwindigkeit des Pendels an allen Punkten gleich groß ist, so läßt sich aus der für einen bestimmten Punkt gefundenen absoluten Geschwindigkeit, jene eines andern Punktes leicht ableiten. Wollte man sonach die Geschwindigkeit des Schwingungspunktes in den verschiedenen Positionen des Pendels erfahren, so könnte man diese aus den analogen Geschwindigkeiten des Schwerpunktes bestimmen. Man sieht aber auf den ersten Blick, daß man um dieselbe sogleich zu finden, in den oben aufgestellten Ausdruck für die Geschwindigkeit statt der Höhe des von dem Schwerpunkte durchlaufenen Bogens jene Höhe zu setzen braucht, welche dem von dem Schwingungspunkte zurückgelegten analogen Bogen entspricht.

Zur Bestimmung der Schwingungszeit hat man nach den vorigen Gleichungen $dt = -\frac{ds}{v} = -\frac{ds}{\sqrt{2g(SC-x)}}$. Nun ist aber für die Kreisgleichung mit Rücksicht auf die angedeutete Lage des Achsensystems, und darauf, daß für den von dem Schwingungspunkte durchlaufenen Bogen der Halbmesser l gleich der Pendellänge zu nehmen kommt, $ds = \frac{l\,dx}{\sqrt{2lx - x^2}}$, daher auch

$$dt = -\frac{l\,dx}{\sqrt{(2lx - x^2)2g(h-x)}},$$ wenn man nämlich $CS = h$ setzt. Durch Integration dieser Differentialgleichung innerhalb der Grenzen von $x = o$ bis $x = h$ findet man für die Schwingungszeit des Pendels

$$T = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}\left[1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \frac{h}{2l} + \left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2 \left(\frac{h}{2l}\right)^2 + \left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\right)^2 \left(\frac{h}{2l}\right)^3 + \ldots\right]$$

oder auch weil $\frac{h}{2l} = \sin^2\frac{\alpha}{2}$ ist, wobei $\alpha$ den Elongationswinkel SAS′ bezeichnet,

$$T = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}\left[1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \sin^2\frac{\alpha}{2} + \left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2\left(\sin^2\frac{\alpha}{2}\right)^2 + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\right)^2\left(\sin^2\frac{\alpha}{2}\right)^3 + \ldots\right] \ldots \text{(H.}$$

Für einen kleinen Elongationswinkel kann man schon vom dritten Gliede dieser Reihe angefangen, die übrigen Glieder vernachlässigen, wobei man die Gleichung

$$T = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}\left[1 + \frac{\alpha^2}{16}\right] \ldots \text{(I}$$

erhält. Für einen Elongationswinkel von etlichen Minuten kann man ohne merklichen Fehler auch schon das Glied $\frac{\alpha^2}{16}$ vernachlässigen, und sonach die Schwingungszeit $T = \pi\sqrt{\frac{l}{g}} \ldots$ (K annehmen. Bezeichnet man der Kürze wegen die unendliche Reihe der Gleichung H mit R, so geht diese Gleichung in $T = \pi R\sqrt{\frac{l}{g}}$ über.

Läßt man T, L, G die Schwingungszeit, Länge und Acceleration der Schwere für das eine, und t, l, g mit derselben Bedeutung für das andere Pendel gelten, so hat man unter der Voraussetzung eines gleichen Elongationswinkels $T : t = \sqrt{\frac{L}{G}} : \sqrt{\frac{l}{g}}$; befinden sich beide Pendel an demselben Orte, so ist $G = g$, daher $T : t = \sqrt{L} : \sqrt{l}$ oder auch: $T^2 : t^2 = L : l$.

Macht während der Zeit $\mathfrak{T}$ das eine Pendel N, das andere n Schwingungen, so bestehen die Gleichungen $NT = \mathfrak{T} = nt$, daher auch $NT = nt$ oder $N\sqrt{\frac{L}{G}} = n\sqrt{\frac{l}{g}}$. Am selben Orte wird abermals $G = g$ und sonach $N : n = \sqrt{l} : \sqrt{L}$ oder $N^2 : n^2 = l : L$.

Geht L in $L + \Delta L$ über, so verwandelt sich T in $T + \Delta T$ und man findet mit Rücksicht auf Gleichung K; $(T + \Delta T)^2 : T^2 = (L + \Delta L) : L$, woraus mit Hinweglassung von $\Delta T^2$, $\Delta T = \frac{\Delta L}{2L} T \ldots$ (N findet.

Differenzirt man die Gleichung H, so erhält man:

$$d.T = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{l}{g}}\left[\left(\frac{1}{2}\right)^2 + 2\left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2 \sin^2\frac{\alpha}{2} + 3\left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\right)^2\left(\sin^2\frac{\alpha}{2}\right)^2 + \right.$$
$$\left. + 4\left(\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\right)^2\left(\sin^2\frac{\alpha}{2}\right)^3 + \ldots\right] \sin\alpha\, d\alpha,$$

aus welcher Gleichung ersichtlich ist, daß bei derselben Aenderung des Elongationswinkels $\alpha$ der Werth von d.T um so größer ausfällt, je größer $\alpha$ ist, da von diesem Winkel der Werth der in der Klammer stehenden Reihe abhängt.

Zur Berechnung dieser Aenderung der Schwingungszeit in Folge der Veränderung des Elongationswinkels kann man sich mit Vortheil einer andern Formel bedienen, zu welcher man auf folgendem Wege gelangt:

Sei $T + \Delta T = \pi\sqrt{\frac{L}{G}}\left[1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \sin^2\left(\frac{\alpha + \Delta\alpha}{2}\right) + \right.$
$\left. + \left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2\left(\sin^2\left(\frac{\alpha + \Delta\alpha}{2}\right)\right)^2 + \ldots\right] = \pi S\sqrt{\frac{L}{G}}$, so ist mit Rücksicht auf Gleichung H; $T : T + \Delta T = R : S$ oder $\Delta T =$
$= \frac{S - R}{R} . T.$

Hat man für ein Pendel an einem bestimmten Orte $T = \pi\sqrt{\frac{L}{G}} . R$ und an einem zweiten Orte $t = \pi\sqrt{\frac{L}{g}} . R$, so ist auch $T : t = \frac{1}{\sqrt{G}} : \frac{1}{\sqrt{g}}$ oder $T^2 : t^2 = g : G$.

Wäre die Acceleration der Schwere an der Meeresfläche G, jene in der Höhe h g, so hat man bekanntlich: $G : g = (r + h)^2 : r^2$, also auch $T : t = r : (r + h)$, sonach $t - T : T = h : r$, woraus $t - T = \frac{h}{r} . T = 0{\cdot}000000298\, h T$, wenn man nämlich statt r den mittlern Erdhalbmesser 3356860 Wiener Klafter setzt.

5. Aus dem was in dem vorhergehenden Paragraphe über die Beziehung der Länge eines Pendels zu seiner Schwingungszeit angeführt wurde, läßt sich leicht die Folgerung ziehen, daß die Länge eines Pendels sehr genau getroffen werden müsse, wenn es eine im vorhinein bestimmte Schwingungszeit mit möglichster Genauigkeit erhalten soll. Wäre z. B. die Länge des Sekundenpendels nur um ihren 43200sten Theil gefehlt, so würde das

Pendel binnen 24 Stunden eine Schwingung zu viel oder zu wenig machen.

Es ist sonach für die Herstellung eines Pendels von bestimmter Schwingungszeit unumgänglich nothwendig, sowohl das Verfahren zu kennen, nach welchem man die demselben entsprechende Länge vorhinein zu bestimmen und dann in der Wirklichkeit herzustellen im Stande ist. Wäre die Länge eines Pendels von irgend einer Schwingungszeit, z. B. jene des Sekundenpendels, vollständig genau bekannt, so könnte man die Länge eines Pendels von einer andern Schwingungszeit am einfachsten nach Punkt 3. 4. finden. Wüßte man z. B. daß die Länge des Sekundenpendels für einen kleinen Elongationswinkel 3·'144021 W. M betrage und man wollte die Länge eines Pendels erfahren, welches in 24 Stunden 115200 Schwingungen macht, so würde man mit Anwendung des bezogenen Satzes diese Länge gleich 1·'768511 W. M. erhalten.

Um die Länge des Sekundenpendels genau zu ermitteln, könnte man die Gleichung J oder K in Anwendung bringen, vorausgesetzt, daß die Acceleration der Schwere an dem betreffenden Orte genau bekannt wäre. Wüßte man z. B. daß diese Größe an einem bestimmten Orte 31·'030242 W. M. betrüge, so ergäbe sich aus der bemerkten Gleichung, für die Länge des Sekundenpendels L = 3·144021 W. Fuß. Da indeß der Werth der Acceleration der Schwere am sichersten erst aus der genauen Länge des Sekundenpendels abgeleitet wird, so muß diese auf eine von der genauen Kenntniß des Werthes der Acceleration der Schwere unabhängige Weise abgeleitet werden können *).

Wissenschaftliche Forschungen haben mehrere Wege entdeckt,

*) Man hat sich zwar bemüht, für die Länge des Sekunden-Pendels einen Ausdruck aufzustellen, welcher bloß von der geographischen Breite des Ortes abhängt. Laplace hat hierfür die Gleichung $l = 439{\cdot}2066 + 2{\cdot}3862 \sin^2 \varphi$, Kraft hingegen $l = 439{\cdot}178 + 2{\cdot}321 \sin^2 \varphi$ aufgestellt, wo $\varphi$ die geographische Breite des Ortes bezeichnet. Allein obgleich die letztere Gleichung mit an verschiedenen Orten angestellten Pendelbeobachtungen sehr nahe übereinstimmt, so sind derlei Gleichungen doch nur aus der an einem bestimmten Orte geltenden Länge des Sekundenpendels abgeleitet, welche zuerst auf einem andern Wege gefunden werden mußte.

welche mit mehr oder weniger Mühe zu dem beabsichtigten Ziele führen. Für die Anwendung empfiehlt sich derjenige am meisten, welcher ohne schwierige und verwickelte Rechnungen (die dem ausübenden Uhrmacher selten geläufig sind) meist durch Versuch das gewünschte Resultat gewähren.

Ein einfaches Verfahren zur Ermittlung der Länge des Sekundenpendels (so wie eines jeden andern Pendels von bestimmter Schwingungszeit) besteht in der Anwendung des Reversionspendels. Derselbe besitzt außer der gewöhnlichen hier jedoch verschiebbaren Drehungsachse noch eine zweite, welche in der Nähe des Schwingungspunktes angebracht und ebenfalls verstellbar sein muß. Am zweckmäßigsten werden hierzu Schneiden verwendet. Nachdem man es durch Verstellung der Linse dahin gebracht hat, daß das Pendel an der gewöhnlichen Achse aufgehangen vollkommen genau Sekunden schlägt, so hängt man es an der 2ten Drehungsachse auf und verstellt dieselbe so lange, bis das Pendel neuerdings vollkommen genau in Sekunden schwingt. Der Abstand der beiden Schneiden gibt sodann die Länge des Sekundenpendels.

Ein anderes sehr sinnreiches Verfahren, die Länge eines Pendels von beliebiger Schwingungszeit direkt zu finden, ist jenes, welches Hutton zuerst vorgeschlagen, und später von Whitch ausgeführt worden ist. Es beruht ebenfalls auf der Verstellung der Drehungsachse des Pendels. Macht z. B. ein Pendel von der Länge l in einer bestimmten Zeit n Schwingungen, und erhält man, nachdem man die Drehungsachse um die Größe d verstellt hat, in gleicher Zeit m Schwingungen, so ergibt sich mit Anwendung des Gesetzes 3, 4.:

$$l : l - d = m^2 : n^2 \quad \text{oder} \quad l = \frac{m^2 d}{m^2 - n^2} \ . \ . \ . \ (x.$$

Würde z. B. ein Pendel, dessen Länge l noch unbekannt ist, in einer gewissen Zeit 3600 Schwingungen machen, und nachdem man die Drehungsaxe um 1·746680 W. M. verstellt hat, in derselben Zeit deren 5400 geben, so erhielte man aus Gleichung x:

$$l = \frac{5400^2}{5400^2 - 3600^2} \cdot 1{\cdot}746680 = 3{\cdot}144021.$$

Ein noch einfacheres Mittel, die Länge eines Pendels von beliebiger Schwingungszeit annäherungsweise zu finden, besteht

darin, daß man eine Bleikugel von geringem Durchmesser an einem Seidenfaden aufhängt, und seine Länge so regulirt, daß dieses so gebildete möglichst einfache Pendel die verlangte Schwingungszeit angibt. Die Länge dieses Seidenfadens vom Aufhängepunkt bis zur Kugel noch um den Radius derselben vermehrt, gibt die gesuchte Pendellänge.

Anmerkung. Die Theorie des Reversionspendels besteht einfach in Folgendem:

Sei Fig. 5 T der Schwingungspunkt eines Pendels, also AT seine Länge l, ferner M seine Masse, t seine Schwingungszeit. Für einen kleinen Elongationswinkel hat man:

$$t = \pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad \ldots (1.$$

Denkt man sich die einzelnen materiellen Punkte des Pendels durch schwerlose gerade Linien mit dem Aufhängepunkte A verbunden, so kann man jeden dieser Punkte mit der zugehörigen Geraden als ein möglichst einfaches Pendel ansehen, welches für sich eine der Länge jener Geraden (seiner Pendellänge) entsprechende Schwingungszeit hätte. Diejenigen dieser Pendel, deren Länge kleiner ist als l, würden schneller, diejenigen hingegen, deren schwerer Punkt von A weiter abstünde als der Schwingungspunkt T, würden langsamer schwingen als das Pendel AT, und nur jene materiellen Punkte würden mit diesem eine gleiche Schwingungszeit haben, deren Abstand vom Aufhängepunkte gleich der Länge des Pendels AT wäre. Man kann sich diese Punkte in einer zur Drehungsachse parallelen Geraden vereiniget denken, und sich die Sache so vorstellen, daß durch die Verbindung oder Zusammensetzung der sämmtlichen einfachen Pendel das Pendel AT (welches man daher auch ein zusammengesetztes oder physisches nennt) entstehe, dessen Schwingungszeit eben so groß ist, als diejenige der einfachen Pendel, welche durch Zusammensetzung mit den kürzeren oder längeren einfachen Pendeln keine Veränderung ihrer Schwingungszeit erlitten haben, deren Schwingungszeit daher jener des zusammengesetzten Pendels gleich ist.

Bezeichnet 𝔐 das Trägheitsmoment des Pendels in Beziehung auf seinen Aufhängepunkt A, und d den Abstand desselben

vom Schwerpunkte, so ist bekanntlich die auf den Schwerpunkt reducirte Masse des Pendels $M' = \frac{\mathfrak{M}}{d^2}$ . . . . (2. Da die Masse des Pendels in dem Schwerpunkte desselben als Gewicht thätig ist, so schwingt das materielle Pendel wie ein einzelner schwerer Punkt, dessen Masse M′ von einem Gewichte M bewegt wird, wobei man für die von diesem Gewichte herrührende Acceleration G die Gleichung $G = \frac{M}{M'} \cdot g$ findet, in welchem Ausdrucke g die Acceleration der Schwere bedeutet. Hiernach erhielte man für seine Schwingungszeit t die Gleichung:

$$t = \pi\sqrt{\frac{d}{G}} = \pi\sqrt{\frac{d\,M'}{g\,M}} \;.\;.\;. \;(3.$$

Nachdem aber auch die Schwingungszeit dieses Pendels $t = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ist, so folgt $l = \frac{d\,M'}{M} = \frac{\mathfrak{M}}{M\,d}$ . . . (4.

Die Länge eines (zusammengesetzten) Pendels würde man daher auch finden, wenn man sein Trägheitsmoment durch das statische Moment des im Schwerpunkte vereinigt gedachten Gewichtes, beide Momente auf den Aufhängungspunkt bezogen, dividirte.

Bezeichnet $\delta$ die Entfernung des Schwerpunktes vom Schwingungspunkte, so ist das Trägheitsmoment des Pendels auf den Schwingungspunkt bezogen $M' = M \cdot \delta^2$, jenes Moment aber in Beziehung auf den Aufhängepunkt $\mathfrak{M} = M(d^2 + \delta^2)$, daher auch mit Rücksicht auf Gleichung (4:

$$l = d + \frac{\delta^2}{d} \;.\;.\;. \;(5.$$

Gibt man nun dem Pendel eine durch den Schwingungspunkt gehende Drehungsachse, so erhielte man nach Gleichung (4 die seiner jetzigen Schwingungszeit entsprechende Länge $l' = \frac{\mathfrak{M}'}{M d'}$, wobei $d' = l - d$ . . . (6 ist. Nun hat man aber auch $\mathfrak{M}' = M(d'^2 + \delta^2)$, daher folgt $l' = d' + \frac{\delta^2}{d'}$ . . . (7. Weil aber aus Gl. (5 und (6 $d' = \frac{\delta^2}{d}$ folgt, so wird endlich $l' = l$, d. h. die Pendellänge ist durch die Verwechslung beider Schwingungsachsen unverändert geblieben.

Schwingt ein Pendel aus einer dünnen Stange von der Masse m und einer Kugel vom Radius r und der Masse M bestehend um die Axe A, wobei die Stange bis zum Mittelpunkt der Kugel die Länge L haben soll, so ist das Trägheitsmoment der Kugel $\mathfrak{M} = \frac{2}{5} r^2 M + M L^2$, ihr statisches Moment $ML$, das Trägheitsmoment der Stange $\mathfrak{M}' = \frac{1}{3} m L^2$, ihr statisches Moment $\frac{1}{2} m L$, mithin ist nach Gl. (4 die Länge des Pendels $l = \frac{\frac{2}{5} M r^2 + M L^2 + \frac{1}{3} m L^2}{M L + \frac{1}{2} m L}$ . . . (8. Wäre m gegen M sehr klein, wie dieß z. B. bei einem dünnen Seidenfaden, an dem eine kleine Kugel hängt, der Fall ist, so kann man ohne einen Fehler in der Berechnung von l besorgen zu müssen, $m = o$ setzen, wobei die Gleichung (8 in $l = \frac{L + 2r^2}{5L}$ übergeht. Es ist also die Pendellänge l um $\frac{2r^2}{5L}$ größer als der Abstand des Kugelmittelpunktes von dem Drehungspunkte, welche Differenz man bei einer kleinen Kugel leicht vernachläßigen kann. Wäre z. B. $r = 0 \cdot'' 1$ und $L = 3 \cdot' 144$, so beträgt jene Differenz $0 \cdot'' 000106$, und kommt daher, wo es sich nur um eine annäherungsweise Genauigkeit der Pendellänge handelt, nicht in Betracht.

6. Nach den in den vorigen Paragraphen entwickelten Sätzen unterliegt es keiner Schwierigkeit, die Länge eines gegebenen Pendels zu ermitteln und die Lage des Schwingungspunktes nöthigen Falles auf dem Pendelkörper sichtbar zu machen, oder auch die Länge eines erst anzufertigenden Pendels mit bestimmter Schwingungszeit vorhinein durch Rechnung oder Versuch zu finden und darnach die Pendelstange herzustellen. Letztere Aufgabe kommt bei der Anfertigung eines jeden neuen Pendels vor und hat daher für die Anwendung eine besondere Wichtigkeit. Um dieselbe durch ein Beispiel zu erläutern, wäre ein Pendel herzustellen, dessen Schwingungszeit $^5/_4{}''$ beträgt. Schlägt man den Weg der Rechnung ein, so findet man aus den bezüglichen Formeln die Länge desselben gleich 4·912 W. F.; zu demselben Resultate würde man durch Anfertigung eines Kugelpendels mit einem dünnen Seidenfaden gelangen, wenn man diesem eine Länge gäbe, bei welcher die Schwingungszeit desselben $^5/_4{}''$ betrüge. Gibt man nun der neuen Pendelstange vorläufig eine et-

was größere Länge etwa von 5·'5, schiebt aber die Linse dergestalt auf dieselbe, daß der Mittelpunkt derselben von dem Aufhängepunkt des Pendels beiläufig um 5' abstehe, so wird die Schwingungszeit desselben nahezu $\frac{5}{4}$'' betragen, besonders wenn das Gewicht der Linse jenes der Stange bei weitem übertrifft. In dieser Stellung sucht man beim Aufhängen des Pendels die Linse auf irgend eine Weise etwa dadurch zu befestigen, daß man unterhalb derselben an die Pendelstange einen Ring mittelst einer Druckschraube anbringt. Nun setzt man das Pendel in Bewegung und ermittelt die Anzahl seiner Schwingungen, die es in einer bestimmten Zeit vollbringt. Am zweckmäßigsten überläßt man es dem neuen Uhrwerke selbst, die Schwingungen seines Pendels zu zählen, wobei man nur den Gang desselben mit einer bereits richtigen Uhr zu vergleichen hat. Dadurch wird man bald zur Kenntniß gelangen, ob man die Pendellänge zu groß oder zu klein genommen hat, und sonach im Stande sein, die Linse nach Erforderniß zu heben oder zu senken. Nach mehrmaligen Versuchen wird es gelungen sein, derselben die nahezu richtige Stellung gegeben zu haben. Nun kann man den überflüssigen Theil der Pendelstange hinwegnehmen, und ihr unteres Ende mit einer feinen und so langen Schraube versehen, daß dieselbe durch Drehung der Mutterschraube, auf welcher die Linse ruht, eine kleine Veränderung der Pendellänge (etwa auf einen halben Zoll) möglich macht. Mit Hilfe dieser Schraube, welche den Namen Regulirungsschraube führt, wird die erforderliche Pendellänge mit der möglichsten Genauigkeit auf folgende Art hergestellt. Man beobachtet den Gang des Pendels nun durch längere Zeit, und ermittelt, wie viele Schwingungen derselbe in einer bestimmten Zeit, z. B. in 24 Stunden zu viel oder zu wenig macht. Hierbei geht man am sichersten, wenn man die Zeitangabe der mit dem zu berichtigenden Pendel versehenen Uhr mit einer vollkommen genau gehenden Uhr, oder mit Anwendung der Zeitgleichen mit der aus unmittelbarer Beobachtung des Sonnenstandes gefundenen wahren Zeit vergleicht. Weiß man nun um wie viel das neue Pendel binnen 24 Stunden vorgehe oder zurückbleibe, so läßt sich die zur Berichtigung seiner Länge erforderliche Bewegung der Regulirungsschraube aus der in Anmerkung zu 4. ent-

wickelten Gleichung $\triangle L = \frac{2L}{T} \cdot \triangle T$. leicht berechnen. Setzt man in dieselbe statt $\triangle$ T, T und L beziehungsweise die Abweichung des Pendels, die Zeit, für welche dieselbe gilt, und die der richtigen Schwingungszeit entsprechende Länge des Pendels, so erfährt man um wie viel die Pendel-Länge geändert werden müßte, damit der Fehler in seiner Schwingungszeit beseitiget werde. Bliebe z. B. ein sein sollendes Sekundenpendel in 24 Stunden um 30″ zurück, so wäre seine Länge nach dieser Gleichung um 0·‴3144 W. M. zu groß. Zählt man die Anzahl Gänge der Regulirungsschraube, welche auf eine bestimmte Länge, z. B. auf den halben Zoll fallen, so erfährt man um wie viel man die Linse hebt oder senkt, wenn man die Mutter der Regulirungsschraube um einen ganzen Umgang dreht. Hätte z. B. die Regulirungsschraube auf den halben Zoll 36 Gänge, so beträgt die Höhe eines Schraubenganges und somit die Verstellung der Linse bei einer ganzen Umdrehung der Mutter $\frac{1}{6}$‴. Um zu wissen, wie viel Umgänge die Mutterschraube machen müsse, um die Linse um 0.‴3144 W. M. zu verstellen, bedient man sich der Proportion: 1 Umgang : x Umgängen = $\frac{1}{6}$‴ : 0·‴3144, woraus man x = 1·8864 findet. Man müßte also unter der Annahme, daß die Pendel-Länge um eben die Größe verkürzt werde, um welche man die Linse hebt, zur Berichtigung derselben die Mutter der Regulirungsschraube um 1·8864 Peripherien aufwärts schrauben. Ist die Peripherie der Schraubenmutter in 100 gleiche Theile getheilt, so kann man die Zahl ihrer Umdrehungen bis auf 0·005 genau treffen, wobei die Pendel-Länge um 0·″0000694, mithin der Gang des Pendels binnen 24 Stunden um 0·″079 unrichtig ausfallen könnte. Ließe sich diese Schraube aber nur auf den zehnten Theil ihrer Peripherie richtig stellen, so bliebe in der Pendel-Länge eine Unsicherheit von 0·‴00118 W. M. und in dem Gange des Pendels während 24 Stunden ein Fehler von beinahe 2″. Aus diesem Beispiele dürfte ersichtlich sein, wie es einestheils unmöglich, anderntheils aber auch unnöthig wäre, die genaue Pendel-Länge mit Hilfe der Rechnung allein und durch eine unveränderliche Stellung der Pendel-Linse zu erreichen, ferner

wird hieraus auch der Zweck und die große Wichtigkeit der Regulirungsschraube erkannt werden. Je sorgfältiger und umsichtiger diese hergestellt ist, desto leichter läßt sich mit derselben die genaue Regulirung der Pendel-Länge bewerkstelligen, je gröber ihre Gänge und je schlechter überhaupt ihre Einrichtung gestaltet ist, desto weniger kann dieselbe zur Berichtigung der Pendel-Länge mit Sicherheit gebraucht werden. Von Pendeln ohne Regulirungsschraube läßt sich fast vorhinein behaupten, daß sie eine andere als die beabsichtigte Länge besitzen. Als fehlerhaft muß auch noch jene Einrichtung der Regulirungsschraube bezeichnet werden, bei welcher der linsenförmige Pendelkörper mit dem Mutterschraubengewinde versehen ist, da man denselben wegen der bestimmten Richtung der Linsenfläche immer ein ganzes Mal herumdrehen muß, wobei begreiflicher Weise die genaue Pendel-Länge nur höchst zufällig getroffen werden kann.

7. Bei seiner Bewegung hat das Pendel wie schon oben bemerkt wurde, den Widerstand der Luft zu überwinden, derselbe hängt von der Größe der Luftmasse ab, welche das Pendel bei jeder seiner Schwingungen verdrängt, die sonach mit der Oberfläche des Pendels in der Richtung seiner Bewegung sowie mit der Geschwindigkeit derselben im geraden Verhältnisse steht. Da die Oberfläche der Pendelstange in jener Richtung meist unbedeutend ist, so kommt nur die Oberfläche des Pendelkörpers in Betracht. Man kann sonach diesen Widerstand der Projection des Pendelkörpers auf die zur Schwingungsebene senkrechten Vertikalebene und dem Quadrate der (mittlern) Geschwindigkeit des Mittelpunktes des Pendelkörpers proportional setzen. Das Pendel überwindet den Widerstand der Luft um so leichter, je größer sein Bewegungsmoment, d. i. das Produkt aus seiner Masse in das Quadrat seiner Geschwindigkeit ist.

Da aber mit der Geschwindigkeit des Pendels auch der Widerstand der Luft zunimmt, so erscheint es zweckmäßig zur Gewinnung eines größeren Bewegungsmomentes dem Pendelkörper eine große Masse, und eine kleine Geschwindigkeit zu geben, denselben also nur in kleinen Bögen schwingen zu lassen, und weiters den Pendelkörper so zu begränzen, daß er bei möglichst

großem Rauminhalte der Luft in der Richtung seiner Bewegung eine möglichst kleine Oberfläche darbiete. Bekanntlich hat die Kugelgestalt jene Eigenschaft, bei bestimmter Oberfläche den größten Raum zu fassen, sonach würde sich dieselbe immerhin für die Form des Pendelkörpers eignen. Zweckmäßiger ist es aber noch, denselben aus 2 Kugelsegmenten zusammenzusetzen, und so ihm die Gestalt einer Linse zu geben, deren in der Schwingungsebene liegenden Schneiden die Luft um so leichter durchdringen, und deren Projektion in Vergleich zu dem eingeschlossenen Raum eine um so kleinere Fläche einschließt, je einen größern Durchmesser die Linse hat. Es fällt daher auch der Widerstand der Luft gegen eine Linse viel kleiner aus, als gegen eine Kugel, welche unter Voraussetzung eines gleichen Materiales mit der Linse einerlei Gewicht besitzt. So verhält sich z. B. der Widerstand der Luft auf eine Kugel zu jenem auf eine Linse unter den gemachten Voraussetzungen, und wenn der Durchmesser der Linse 7·''46, ihre Dicke 1·'' beträgt, wie 2·6 : 1., wenn überdieß beide Pendelkörper mit gleicher Geschwindigkeit sich bewegen.

8. Kann sich ein Pendel mit möglichster Leichtigkeit um seine horizontale Achse drehen, ist es mit einer gehörig construirten Regulirungsschraube versehen, welche eine genaue Berichtigung der Pendellänge zuläßt, und hat der hinreichend schwere Pendelkörper eine linsenförmige Gestalt, so ist für die vollkommene Einrichtung dieses Regulators bereits vieles erreicht. Aber auch die materielle Beschaffenheit der Pendelstange übt auf die Schwingungsdauer des Pendels einen nicht zu übersehenden Einfluß aus. Denn ist das Pendel einem Temperaturwechsel ausgesetzt, wie dieses bei allen Pendeluhren mehr oder weniger der Fall ist, so wird die Pendelstange eine um so größere Veränderung ihrer Länge erleiden, je größer die Längenausdehnung ist, welche das Material der Stange durch den Einfluß der Wärme erfährt.

Nach den besten Erfahrungen über die durch die Wärme bewirkte längere Ausdehnung der Körper verändert sich die Länge eines Stabes aus nachstehenden Materialien bei einer Temperaturveränderung von 0 — 100° des Celsi'schen Thermometers um den angesetzten Theil ihres Werthes bei 0.°C als:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Platin . . . | 0·000856 | Messing . . . . . . | 0·001920 |
| Glas . . . | 0·000861 | Zinn . . . . . . . | 0·002173 |
| Weicher Stahl | 0·001079 | Blei . . . . . . . | 0·002848 |
| Schmiedeisen . | 0·001167 | Gezogenes Zink . . | 0·002987 |
| Harter Stahl | 0·001224 | Gewalztes Zink . . | 0·003331 |
| Gold . . . | 0·001552 | Quecksilber . . . . | 0·018018 |
| Kupfer . . | 0·001717 | Fichtenholz nach Bayly | 0·000408 |
| Silber . . | 0·001909 | Tannenholz nach Kater | 0·000350 |

wobei das Fichten- und Tannenholz möglichst geradfaserig, scharf ausgetrocknet, und durch Ueberziehen mit Kopalfirniß vor dem Einfluß der Feuchtigkeit geschützt sein muß.

Soll nun die Pendelstange durch den Einfluß der Wärme in ihrer Länge so wenig als möglich geändert werden, so muß sie aus einem Material bestehen, dessen Längenausdehnungscoefficient, wie die eben angesetzten Zahlen genannt werden, so klein als möglich ist. Hiernach würden Pendelstangen aus Holz mit der bemerkten Vorbereitung, aus Platin oder Glas am zweckmäßigsten erscheinen; da aber hölzerne Pendelstangen nicht wohl geeignet sind, schwere Pendelkörper zu tragen, welche besonders bei Thurm- und astronomischen Uhren von bedeutendem Gewichte sein können, Platin zu kostspielig und Glas zu gebrechlich ist, so sind vorzugsweise weicher Stahl und Schmiedeeisen dasjenige Material, welches zur Herstellung von Pendelstangen verwendet wird, obschon man auch nicht selten hölzerne und messingene Pendelstangen findet.

Um den Einfluß der Wärme auf die Länge der Pendelstange, und die dadurch verursachte Aenderung in der Schwingungszeit des Pendels beispielsweise darzuthun, werde angenommen, daß eine schmiedeiserne Pendelstange bei der Temperatur von 15° C. ihre vollkommen genaue Länge besitze. Um die Aenderung dieser Länge zu erfahren, wenn die Temperatur auf 25° C. gestiegen ist, braucht man nur die Länge des Pendels bei 15° mit dem Längenausdehnungscoefficienten des Schmiedeisens zu multipliciren, und das Product noch so vielmal zu nehmen als der Quotient aus 100 in die Anzahl Grade, um welche sich die Temperatur geändert hat (hier also 10°) beträgt. Aus der so gefundenen Veränderung der Pendellänge kann man mit Hilfe

der im vorigen §. angeführten Gleichung $\Delta L = \frac{2L}{T} \Delta T$ und für diesen Zweck $\Delta T = \frac{\Delta L}{2L} T$ die Aenderung in der Schwingungszeit des Pendels, oder was immer vorzuziehen ist, den Fehler desselben für die Zeit von 24 Stunden berechnen. Stellt man die Rechnung wirklich an, so zeigt es sich, daß das Pendel binnen 24 Stunden um 5·''04 zurückgeblieben ist. Wäre hingegen die Temperatur auf — 10·° C gefallen, so würde die dadurch veranlaßte Aenderung in der Schwingungszeit des Pendels in dem angegebenen Zeitraume ein Voreilen des Pendels um 12·''67 ergeben. Bei einer hölzernen Pendelstange würden die analogen Fehler beziehungsweise 1·''66 und 4·''15 betragen, während sich diese Fehler bei einer Pendelstange aus Messing auf 8·''29 und 20·''73 erhöhen.

Reducirt man die Veränderung in der Schwingungszeit eines Pendels auf einen Grad Temperaturveränderung und den 24 stündigen Fehler, so findet man für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers, um welchen die vorhandene Temperatur von derjenigen, bei welcher die Pendellänge regulirt worden ist, abweicht, bei dem Pendel mit schmiedeiserner Stange 0·''50, mit messingener Stange 0.''83, mit gläserner Stange 0.''37, mit hölzerner Stange 0·''16.

Pendel, welche in Gemächern schwingen, die zur Winterszeit geheizt, und im Sommer gegen den Einfluß der Sonnenhitze einigermaßen geschützt werden, wie dieses in unseren Gegenden bei allen Wohnzimmern der Fall ist, erleiden, wenn sie bei 15° C. regulirt wurden, im Sommer einen Temperaturwechsel von beiläufig 10° und im Winter 5°, wobei sich also bei einem Pendel mit schmiedeiserner Stange der 24stündige Fehler höchstens auf 5'' bei einer hölzernen Pendelstange aber nur auf 1·''5 belaufen würde.

9. Wenn nun Fehler in dem Gange eines Pendels, welche von dem Einfluße der Temperatur herrühren, bei Uhren von keiner Bedeutung sind, welche sich in fast stets gleichmäßig erwärmten Räumen befinden und für den gemeinen Gebrauch bestimmt sind, so können dieselben doch nicht in dem Falle als zulässig er-

scheinen, in welchem man an den Gang der Uhr rücksichtlich der Genauigkeit ihrer Zeitangabe die höchst möglichsten Anforderungen stellen muß, und die überdieß einem stärkeren Temperaturwechsel ausgesetzt sind. Dergleichen Uhren sind die auf Sternwarten aufgestellten astronomischen Uhren, welche zur Winterzeit in ungeheizten Räumen gehen müssen; ebenso die öffentlichen oder Thurmuhren, welche schon aus der Ursache einen möglichst genauen Gang besitzen sollen, weil sie in ihrer ununterbrochenen Benützung ganzer Ortschaften rücksichtlich der Zeitangabe als Richtschnur dienen, daher es im öffentlichen Interesse liegt, daß dergleichen Uhren beständig die richtige Zeit anzeigen.

Von der Zeit an, als man die Anforderungen an die Genauigkeit der Zeitangabe der Pendeluhren zu erhöhen anfing, war man auch auf Mittel bedacht, wenigstens Pendel solcher Uhren von dem Einflusse der Temperaturen unabhängig zu machen, auf deren Ausführung man den möglichsten Grad der Sorgsamkeit verwendete. Diesen Zweck hat man in der Anwendung der Compensation der Pendelstange gefunden. Dieselbe besteht in der Zusammensetzung des Pendels aus solchen Theilen, welche bei eintretender Temperaturänderung einander dergestalt entgegen wirken, daß die Verlängerung oder Verkürzung des einen Theils durch die analoge Veränderung des andern Theiles aufgehoben wird, und sonach die Pendellänge unverändert bleibt. Die erste Einrichtung dieser Art wurde 1728 von Harrison erfunden und zuerst v. Graham ausgeführt. Die Pendelstange wurde aus Stahl und Messingstangen zusammengesetzt und das Pendel erhielt wegen der Aehnlichkeit ihrer Gestalt mit einem Roste den Namen Rostpendel, so wie die damit zu Stande gebrachte Compensation Rostpendelcompensation genannt wurde. In Fig. 6 ist ein solches Pendel in der Vorder- und die Linse auch in der Seitenansicht dargestellt. Die stählerne Stange p n trägt ein Querstück m m aus Messing, auf welchem die zwei messingenen Stangen zi zi stehen. Diese sind an ihren oberen Enden i i in ein zweites Querstück o o aus Messing eingelassen, und allenfalls durch Bolze befestiget. In dem Querstücke o o hängen die 2 stählernen Stangen a b a b, und tragen an den Enden b b das messingene Querstück q q, auf welchem die zwei Messingstangen

c d c d stehen, die wiederum dem messingenen Querstück r r als Träger dienen. Mit diesem sind die Stahlstangen e f e f verbunden, an deren untern Ende f f das messingene Querstück s s befestigt ist, dieses trägt zuletzt in g die kurze Stahlstange g s, auf welche die Pendellinse B geschoben ist. Zu ihrer Unterstützung oder ihrer allenfalls nothwendig werdenden Verschiebung dient die Mutter der Regulirungsschraube s. Die Wirkung dieser Anordnung des Pendels besteht nun in folgendem. Hat dasselbe mittelst der Regulirungsschraube bei einer bestimmten konstanten Temperatur, z. B. bei + 15.° C seine vollkommen genaue Länge erhalten, und tritt nun eine Temperaturänderung ein, so ergeben sich in den Bestandtheilen der rostförmigen Pendelstange folgende Wirkungen. Bei Erhöhung der Temperatur verlängert sich die stählerne Stange p n, daher sinkt das Ende n und mit ihm das Querstück m m. Die auf demselben stehenden Messingstangen z i z i dehnen sich aber ebenfalls und zwar um etwas mehr aus als die Stahlstangen, heben sonach das Querstück o o. Durch dieses werden auch die Enden der Stahlstangen a b a b und damit auch das Querstück q q etwas nach aufwärts bewegt, so daß es nicht so tief sinken kann, als dieses in Folge der Ausdehnung der Stangen ab ab geschehen würde. Die auf q q stehenden Messingstangen verursachen eine zweite Ausdehnung nach aufwärts, wobei das Querstück r r gehoben wird. Die an diesen hängenden Stahlstangen heben daher ungeachtet ihrer Ausdehnung nach abwärts das Querstück s s und mit diesem auch die Stange g s, über welche die Linse B geschoben ist. Dadurch, daß diese auf der Mutter der Regulirungsschraube S sitzt, kann sie sich nur nach aufwärts ausdehnen, wobei der Schwerpunkt der Linse um so viel gehoben wird, als die Ausdehnung des Radius der Linse beträgt. Ist nun das Verhältniß der Messing- und Stahlstangen mit Rücksicht auf den Radius und das Materiale der Linse richtig getroffen, so wird die gegenseitige Ausdehnung dieser Pendeltheile so vor sich gehen, daß dabei der Schwingungspunkt in unverändertem Abstande vom Aufhängepunkte oder was dasselbe ist, die Pendellänge unverändert bleibt. Bei abnehmender Temperatur tritt eine entgegengesetzte Wirkung in den genannten Bestandtheilen des Pendels ein,

welche unter der eben angegebenen Bedingung ebenfalls keine Aenderung in der Pendellänge zur Folge haben wird.

Nach demselben Prinzipe ist auch das von Edward Troughton öfters ausgeführte Tubular-Pendel construirt, mit dem Unterschiede, daß die zwei paar Messingstangen des Harrisson'schen Pendels durch zwei in einander geschobene Messingrahmen ersetzt werden, wobei das Pendel, da die Stahlstäbe in diesen Rahmen versteckt sind, ein ziemlich compendiöses und zierliches Aussehen gewinnt. Fig. 7 zeigt die Anordnung desselben. Die etwa 0·1 Zoll dicke Stahlstange pn trägt an dem Ende n die Bodenplatte m der innern Messingröhre om, welche sonach auf dieser Stange sitzt und ihr durch die Deckplatte o und zwar in der Mitte derselben den Durchgang gestattet. In der Deckplatte o sind zwei Stahlstangen ab ab ebenfalls von 0·''1 Dicke befestiget, welche die Bodenplatte der äußern etwa 0.''6 dicken Messingröhre qr tragen, durch deren Deckplatte r die Stange pn ebenfalls hindurchgeht. Diese Deckplatte hält ebenfalls zwei Stahlstangen ef ef von 0·''1 Stärke, welche durch die Deck- und Bodenplatte der innern Röhre hindurchgehen und an den unteren Enden ff den kurzen messingenen Cylinder g von gleichem Durchmesser des äußeren Cylinders tragen, welcher zur Befestigung der Linse dient. Die Wirkung dieser Compensationseinrichtung bedarf keiner weitern Erklärung.

Anmerkung. Für die Construction eines solchen Pendels ist es von Wichtigkeit, wie man die Länge der beiden Paare Messingstangen (oder der beiden Messingröhren) und der Stahlstangen findet. Man kann sich hierzu folgender Rechnung bedienen. Sei Fig. 6 T der Schwingungspunkt des Pendels sonach AT = l die Pendellänge, pv der Abstand des obersten Querstückes rr vom Aufhängepunkt und iz eine der kürzesten Messingstangen von der Länge x, so hat man $pv + ef + gT = l \ldots 1)$; ferner sei $ab = x + \alpha$; $cd = ab + \beta = x\,(\alpha + \beta)$. Nun ist die Länge sämmtlicher Stahlstangen $l + vn + ab + TS$, mithin wenn $\sigma$ den Längenausdehnungscoefficienten für Stahl, und T die Temperaturdifferenz bezeichnet, die gesammte Aenderung in der Lage des Pendels, welche von den Stahlstangen herrührt

$$\Delta l = (l + vn + ab + TS)\,\sigma T = [l + (\alpha + \beta) + d + 2x]\,\sigma T,$$

Die Länge beider Messingstangenpaare i z und e d beträgt $(2x + \alpha + \beta)$, der Radius der Linse sei R. Nimmt man zur Vereinfachung der Rechnung an, daß durch die Ausdehnung oder Zusammenziehung der Linse der Schwerpunkt des Pendels um so viel verschoben werde, als die Längenausdehnung des Radius desselben bei der angenommenen Temperaturveränderung von $T^0$ mit Rücksicht auf das Materiale der Linse ausmacht, so hat man für die von den Messingstangen und der Linse (welche der Einfachheit wegen als aus Messing bestehend angenommen werden soll) bewirkte entgegengesetzte Längenänderung des Pendels.

$$\varDelta' l = (2x + \alpha + \beta + R)\mu T,$$

wobei $\mu$ der Längenausdehnungscoefficient des Messings darstellt. Da nun beide Wirkungen einander aufheben sollen, so muß

$\varDelta l = \varDelta' l$ d. i. $[l + (\alpha + \beta) + d + 2x]\sigma = [2x + (\alpha + \beta) + R]\mu$,

woraus $x = \frac{\sigma l}{2(\mu - \sigma)} - \frac{\alpha + \beta}{2} - \frac{R\mu - d\sigma}{2(\mu - 6)}$ . . . (2.

Setzt man $l = 3'{\cdot}144021$, $\alpha + \beta = 3''$, $R = 3''$, $d = 5''$, so erhält man $x = 22''{\cdot}4856$.

Es würde sonach der Rost eine Länge von beiläufig 26″ erfordern, wobei oberhalb desselben die einfache Pendelstange noch eine ziemliche Ausdehnung (von wenigstens 8″ erhielte, was für die Anbringung einer Aufhängefeder und die Verbindung des Pendels mit der Hemmvorrichtung vortheilhaft ist.

11. So schätzenswerth die Erfindung Harrisons ist, so läßt sich doch nicht in Abrede stellen, daß ein nach derselben ausgeführtes Pendel ziemlich schwerfällig wurde, und auch im Preise hoch zu stehen kommen müsse. Eine Vereinfachung derselben schien in vieler Beziehung wünschenswerth. Man suchte dieselbe dadurch zu erreichen, daß man anstatt des die Ausdehnung der Stahlstangen nur wenig compensirenden Messings ein Metall von stärkerer Ausdehnung durch die Wärme anwendete. Hierzu zeigte sich unter den einfachen Metallen das Zink am geeignetsten, weil es bei geringem Preise und hinreichender Widerstandsfähigkeit eine gegen weichen Styl oder Schmiedeeisen, welches man seiner Wohlfeilheit und leichten Bearbeitung wegen dem Stahle vorzuziehen anfing, bedeutend größere Längenausdehnung durch die Wärme besitzt.

Man gibt dem aus Schmiedeeisen und Zinkstangen herzu-

stellenden Rostpendel entweder die aus dem Harrison'schen Pendel durch Hinweglassung von einem Paar Messingstangen hervorgehende Gestalt, wie sie Fig. 8 darstellt, wobei z i z i die beiden Zinkstangen sind, oder man ordnet die Stangen so wie sie in Fig. 9 ersichtlich sind, wobei ebenfalls z i z i die beiden Zinkstangen darstellen. Die Pendellinse nimmt, in wieferne sie auf der Mutter der Regulirungsschraube sitzt, an der Compensation der Eisenstangen Theil. In Fig. 8 heben bei einer Temperaturzunahme die beiden Zinkstangen z i z i durch das Querstück o o und die Stangen a b a b das Querstück q q und damit die Pendellinse um so viel, als sie durch die Ausdehnung der schmiedeisernen Stangen p n, a b a b und g s sinken würde, wobei ihre Wirkung jener der Linse zu gute kommt. In Fig. 9 hat der Rost eine etwas andere Anordnung, beruht aber auf demselben Prinzipe wie jener in Fig. 8. Die aus den beiden schmiedeisernen oder messingenen Querstücken m m und o o und den schmiedeisernen Stangen a b a b gebildete Rahmen o o m m ist mittelst der kurzen Stange p v (bei dem Vorhandensein einer Aufhängefeder diese miteinbegriffen) aufgehangen. Innerhalb desselben stehen auf dem Querstück m m die beiden Zinkstangen zi zi, welche das Querstück q q tragen, daß sich an den äußeren Stangen o m o m verschieben läßt. An diesem hängt die Stange s n aus Schmiedeisen, welche mittelst der Mutter S die Pendellinse trägt. Die Wirkung der Zinkstangen und der Linse bei eintretender Temperaturänderung ist der in Fig. 9 ganz gleich.

Anmerkung. Man findet die erforderliche Länge der Zinkstangen durch eine ähnliche Rechnung wie jene in der Anmerkung des vorigen §. Ist wieder T der Schwingungpunkt des Pendels Fig. 8, so hat man $pv + aq + gT = l$ .... (1, wobei l die Pendellänge bezeichnet. Nun ist $vn = iz = x$ die Länge der Zinkstangen, und wenn R der Radius der Linse B ε ζ und β beziehungsweise die Längenausdehnungscoefficienten des Eisens, Zinkes und des Materials der Linse und T die Temperaturdifferenz darstellen, auch

$$(l + x)\,\varepsilon T = (\beta - \varepsilon) R T = x \zeta T \text{ oder } x = \frac{\varepsilon}{\zeta - \varepsilon}\, l - \frac{\beta - \varepsilon}{\zeta - \varepsilon} R \ldots (\alpha.$$

Hieraus findet man für eine Linse aus Messing: $x = 0{\cdot}64121$

— 0·4137 R . . . (1, für eine aus Blei: x = 0·64121 — 0·9236 R . . . (2. Wird R = 3·''5 und l = 37·''728 gesetzt, so erhält man für eine messingene Linse x = 22·''743, für eine aus Blei x = 20·''958; und wenn die Linse an der Compensation keinen Antheil nimmt, wie dies der Fall, wenn dieselbe in ihrem Mittelpunkte an der Pendelstange befestiget ist x = 24·''191.

12. Um einen Rost von noch geringerer Ausdehnung zu erhalten, kann man demselben nach dem Vorschlage Benzenberg's folgende Einrichtung geben. An der einfachen schmiedeeisernen Pendelstange p v hängt in v (Fig. 10) der schmiedeiserne Rahmen a b c d, dessen unteres Querstück a b in der Mitte e eine Stange e f trägt, welche aus einer Legirung von 2 Theilen Wismuth, 1 Theil Zink und 1 Theil Zinn besteht. Auf dieselbe stützt sich das obere Querstück eines zweiten schmiedeisernen Rahmens g h i k, welches an den Stangen a d und b c eine Führung erhält. Das untere Querstück g h dieses Rahmens trägt in m eine kurze schmiedeiserne Stange m S, welche zur Aufnahme der Pendellinse dient. Senkt sich, um die Wirkung dieser Compensationseinrichtung nur mit wenigen Worten zu berühren, bei zunehmender Temperatur der Rahmen a b c d und damit auch die Linse B, welche mittelbar auf a b ruht, so wird durch die starke Ausdehnung der Stange e f der Rahmen g h i k und mithin auch die Linse gehoben. Bei gehörigem Verhältnisse an Länge dieser Stange zu den übrigen Stangen des Pendels, wird der Schwingungspunkt seine frühere Stellung unverändert erhalten. Benzenberg hat den Längenausdehnungscoefficienten der aus der angeführten Legirung bestehenden Stange e f nicht näher bezeichnet, sondern nur bemerkt, daß für ein Sekundenpendel eine Länge dieser Stange von 5 — 6 Zoll hinreichend sei. Da dieselbe mit ihren Zapfen in entsprechende Oeffnungen in den Querstücken a b und k i bloß eingelegt ist, sonach durch Hebung des Rahmens g h i k leicht herausgenommen werden kann, so ist man im Stande, falls ihre Länge zu groß genommen worden wäre, dieselbe leicht zu berichtigen, ohne die Rahmen auseinander zu nehmen, eine Einrichtung, welche in mancher Beziehung empfehlenswerth erscheint. Aber ungeachtet der Leichtigkeit, mit welcher sich ein derartiges Pendel herstellen läßt und der geringen Kosten desselben, scheint es dennoch

als ob diese von Benzenberg vorgeschlagene Einrichtung der Compensation wenig Anklang gefunden hätte.

18. Die Herstellung eines Rostpendels mit ganz genauer oder sogenannter absoluten Compensation gehört zu den schwierigsten und zeitraubensten Arbeiten des ausführenden Uhrmachers. Denn eines Theils erfordert schon die Ausmessung der einzelnen Metallstangen wegen dem hohen Grad der dabei zu erreichenden Schärfe und den nothwendig werdenden Berechnungen eine ungemein große Geschicklichkeit im Messen und Geläufigkeit des Calculs, andern Theils hängt das Zustandebringen solcher Stangen von der genauen Kenntniß des Längenausdehnungscoeffizienten der Metallstäbe ab, welche man eben zu dem Pendel verwenden will. Nun zeigt aber die Erfahrung, daß der wirkliche Längenausdehnungscoefficient eines vorliegenden Metallstabes von dem für das betreffende Metall aus vielen Versuchen abgeleiteten mittleren Werthe dieser Zahl um mehr abweicht, als dieses mit der zu erreichenden Schärfe in der Bestimmung der erforderlichen Länge dieses Stabes vereinbarlich ist. Will man also nicht Gefahr laufen, durch Benützung des mittlern Längenausdehnungscoeffizienten eine unrichtige Längenbestimmung herauszubringen, so ist man gezwungen, den wahren Längenausdehnungscoeffizienten durch eigens angestellte Versuche zu ermitteln. Wird aber in der Berechnung der Längen, der einzelnen Stäbe oder in dem Abmessen derselben ein Fehler begangen, dann muß die Compensation unrichtig ausfallen, und es wird zur Berichtigung derselben die Nothwendigkeit eintreten, das Pendel öfters auseinander zu nehmen, um die eine oder die andere Stange etwas zu verkürzen, was mit vielem Zeitaufwande verbunden ist und selten zum gewünschten Ziele führt. Daher kommt es, daß nur Uhrmacher mit gründlicher, wissenschaftlicher und künstlerischer Bildung, Pendel mit absoluter Compensation herzustellen im Stande sind, und daß Compensationspendel, die nicht aus einer Meisterhand hervorgingen, bei starkem Temperaturwechsel größere Unregelmäßigkeiten des Ganges zeigen, als wenn sie ganz einfache Pendelstangen hätten.

So wie man aber die einer vorhinein bestimmten Schwingungszeit eines Pendel entsprechende Länge am sichersten und einfachsten dadurch herstellt, daß man nach vorläufiger Berechnung

derselben die Linse in die beinahe richtige Lage bringt, dann aber den etwaigen Fehler mittelst der Regulirungsschraube nach und nach berichtiget, so scheint es auch für die Herstellung einer genauen Compensation des Pendels am vortheilhaftesten, derselben eine Einrichtung zu geben, welche eine Abänderung der einander entgegenwirkenden Bestandtheile, d. h. eine Berichtigung der Compensation zuläßt, ohne daß man das Pendel auseinander nehmen oder auch nur den Gang desselben auf länger unterbrechen müßte.

Der berühmte dänische Uhrmacher Urban Jmgensen war der erste, welcher an seinen astronomischen Pendeluhren Rostpendel mit veränderlicher Compensation anbrachte. Fig. 11 zeigt in einer verticalen Vorderansicht die Einrichtung eines solchen Pendels. Das Pendel hat ganz die Form wie jenes in Fig. 9. Nur besteht die mittlere Stange pn nicht ganz aus Schmiedeeisen, sondern von t angefangen aus einer Messingröhre von beiläufig 6'', welche in dem Querstücke mm befestiget ist. Die schmiedeiserne Stange pt reicht in diese Röhre bis über die Hälfte hinein und ist mit ihr durch einen Bolz u verbunden, welcher in zwei auf einander passende Löcher der Messingröhre und der schmiedeisernen Stange gesteckt ist. Solcher Löcher befinden sich in dieser Röhre und Stange mehrere, so daß man den Verbindungsbolz beider höher oder tiefer stellen kann.

Die Wirkung dieser Einrichtung ist leicht erklärlich. Den Antheil, den die Mittelstange pn an der Compensation nimmt, rührt theils von der Eisenstange, welche vom Aufhängepunkt bis zum Bolz u reicht (denn der unter u liegende Theil derselben kann durch seine Längenveränderung zur Verschiebung der Rostbestandtheile nichts beitragen), theils von der Messingröhre in ihrer Ausdehnung vom Bolz n bis zu ihrer Verbindung mit mm hin (der ober u befindliche Theil derselben kann ebenfalls keinerlei Wirkung auf den Rost ausüben). Da das Messing eine größere Längenveränderung durch die Wärme erleidet als das Eisen, so wird die Gesammtwirkung der zusammengesetzten Stange pn um so größer oder kleiner sein, je größer oder kleiner der Antheil Messing bei dieser Stange ist, d. h. je höher oder tiefer man den Bolz u stellt. Zeigt es sich also, daß bei einer bestimmten (anfänglich mittleren) Stellung des Bolzes u die Compensation zu

stark oder zu schwach wirkt, daß also z. B. das Pendel bei Erhöhung der Temperatur zu schnell oder zu langsam schwingt, so braucht man nur, um die von den beiden Zinkstangen herrührende zu große oder zu kleine Gegenwirkung zu verändern, den Bolz u um ein Loch hinauf oder herabzusetzen, wobei man im ersten Falle die Gegenwirkung der Stange p n erhöht, im zweiten Falle aber erniedrigt. Sollte die einmalige Verstellung des Bolzes u nicht genügen, so wird man das Verfahren noch ein oder mehrere Male wiederholen. Die hierbei nothwendige Operation gewinnt an Kürze und Sicherheit, wenn man zwei ganz gleiche Bolze besitzt, von denen man den freien in das betreffende Loch ober oder unter dem in Gebrauch befindlichen Bolz u steckt, während man den letztern auszieht, wobei das Pendel nur wenige Sekunden anzuhalten nothwendig hat. Es braucht kaum bemerkt zu werden, daß sich bei dieser Verstellung des Verbindungsbolzes die Pendellänge um etwas weniger und zwar gerade um so viel verändert, als der Unterschied der Längenausdehnung bei Eisen und Messing bei der herrschenden Temperatur für jene Länge beträgt, um welche der Verbindungsbolz versetzt wird. Es ändert also auch das Pendel bei einer jeden solchen Versetzung um etwas weniger seinen Gang, und zeigt endlich keinen Fehler mehr, wenn man den Bolz an die gehörige Stelle gebracht hat.

Bei der Ausführung dieser Einrichtung des Rostpendels müssen die Zinkstangen etwas weniger länger genommen werden, als bei dem in §. 11. beschriebenen, da die zum Theil aus Messing bestehende Mittelstange p n, welche durch die Zinkstangen mit compensirt werden muß, sich durch den Einfluß der Wärme stärker verändert als eine ganz eiserne Stange. Nimmt man die Messingröhre t n zu 6'' an, so genügt, wie eine einfache Rechnung zeigt*), bei einem Sekundenpendel mit messingenen oder bleiernen

*) Behält man die in Anmerkung zu §. 11 gewählte Bezeichnung bei, setzt noch den Messing-Antheil der Stange p n = m, und den Längenausdehnungscoefficient von Messing = $\mu$, so hat man für die Länge der Zinkstangen $z = \frac{\varepsilon}{\zeta - \varepsilon} l - \frac{\beta \varepsilon}{z - \varepsilon} . R + \frac{\mu - \varepsilon}{\zeta - \varepsilon} . m$ . . . ($\alpha$, sonach für ein Sekundenpendel mit messingener Linse $\zeta = 22{\cdot}473 + 2{\cdot}482 = 24{\cdot}''955$, für ein solches mit bleierner Linse $z = 20{\cdot}958 + 2{\cdot}482 = 23{\cdot}''440$. Man sieht, daß die Zinkstange um

an der Compensation theilnehmenden Linse eine Länge der Zinkstangen von 24—25 W. Zoll.

Eine für die Anwendung wichtige Frage ist die, bis zu welchem Grad der Genauigkeit die Compensation an dem Pendel von Imgensen berichtiget werden kann, vorausgesetzt, daß die Löcher für den Verbindungsbolz um 0·'''2 von einander abstehen.

Aus der vorigen Anmerkung folgt, daß die Zinkstangen um 0·'''08274 zu lang oder zu kurz werden, wenn man den Verbindungsbolz u gegen seine richtige Stelle um ein Loch zu hoch oder zu niedrig setzt. Sind also die Zinkstangen um diese Länge unrichtig, so wird das Pendel bei einer Temperaturänderung von $\tau^0$ um so viel länger oder kürzer werden, als sich bei derselben 0·'''08274 Zink ausdehnen oder zusammenziehen. Betrüge $\tau$ 25°C so erhielte man eine Aenderung der Pendellänge von 0·''''0007416, wobei das Pendel in 24 Stunden um 0·''07 vorginge oder zurückbliebe. Läge nun der richtige Verbindungspunkt der eisernen Pendelstange mit der Messingröhre nicht in der Axe eines Loches, so würde man durch Anbringung des Verbindungsbolzes in dem nächsten obern oder untern Loche in der Compensation einen Fehler erhalten, welcher in 24 Stunden weniger als 0·''07 ausmachen würde.

14. So klein nun aber auch der Fehler erscheinen mag, bis zu welchem man die Compensation an dem Pendel von Imgensen zu berichtigen im Stande ist, und so wahr es ist, daß andere auch bei der sorgfältigsten Herstellung die übrigen Bestandtheile der Uhr nicht zu beseitigenden Fehler weit größer werden können: so liegt es doch in dem Streben nach möglichster Vervollkommnung dieses so wichtigen Theiles der Uhr und in dem von allen großen Uhrmachern aufgestellten Grundsatze, „auch den kleinsten Fehler im Mechanismus der Uhr zu beseitigen, so lange dieses in der Macht des Uhrmachers steht,“ daß man mit der sinnreichen Einrichtung des Compensationspendels von Imgensen noch nicht zufrieden, eine Construction zu Stande zu bringen suchte, welche wenigstens theoretisch genommen, die absolute Compensation als erreichbar erscheinen ließ.

---

$\frac{\mu-\epsilon}{\zeta-\epsilon}$ m = 0·4137. m länger sein muß, wenn die Mittelstange aus Messing besteht.

Ein solche Einrichtung des Rostpendels wurde von Duchemin, Uhrmacher in Paris angegeben. Dasselbe ist in Fig. 12 dargestellt.

Das in seiner Anordnung mit jenem in Fig. 9 übereinstimmende Pendel trägt gegen das untere Ende seines Rostes eine Klemmvorrichtung, welche aus den zwei über die Eisen- und Zinkstangen geschobenen Backenstücken tu und wv besteht, die durch die Stellschrauben xx mit einander verbunden und in paralleler Stellung gehalten werden. Mit den Klemmschrauben kk wird der Backen tu an die äußeren Eisenstangen, mit den zwei ähnlichen Schrauben ll aber das Backenstück wv an die beiden Zinkstangen des Rostes fest geklemmt, wobei die äußern Stangen durch das Backenstück wv die mittlere Stange ng aber durch das Backenstück tu frei hindurch gehen.

Sind die Klemmschrauben kk und ll angezogen, so stehen die Zinkstangen auf dem Backenstücke wv auf, und sind durch die Stellschrauben xx mit dem Backen tv und dadurch mit dem äußern Rahmen omom des Rostes fest verbunden. Es ist sonach weder nöthig, noch wäre es mit dem Zwecke dieser Einrichtung vereinbarlich, wenn das untere Ende z der beiden Zinkstangen an dem Querstücke mm befestiget wäre. Die beiden Zinkstangen zizi reichen also nur stumpf in entsprechende Vertiefungen des Querstückes mm, in deren Mitte sich die Stellschrauben ss befinden, welche aber die Zinkstangen nicht berühren. Von diesen wirken nur die Theile ilil auf Compensation, indem die Stücke lz lz sich ohne Einwirkung auf den Rost ausdehnen oder zusammenziehen können.

Die Wirkung der Zinkstangen auf die Compensation muß daher um so kräftiger werden, je niedriger der Klemmapparat gestellt ist und umgekehrt.

Ist das Pendel bei einer bestimmten Temperatur rücksichtlich seiner Länge berichtiget worden, wobei der Klemmapparat die mittlere Stellung seines Spielraumes einnimmt, und zeigt sich bei geänderter Temperatur ein unrichtiger Gang des Pendels, welcher von der zu starken oder schwachen Wirkung der Zinkstangen abhängt, so handelt es sich nur darum, den Klemmapparat so zu verstellen, daß der auf Compensation wirkende Theil der

Zinkstangen verkleinert oder vergrößert werden, je nachdem diese zu viel oder zu wenig compensiren.

Zu diesem Zwecke richtet man die Stellschrauben s s so, daß sie die stumpfen Ende der Zinkstangen berühren, wodurch man verhindert, daß sich die absolute Pendellänge bei Oeffnung der Klemmschrauben k k und l l verändere. Hierauf verschiebt man den Klemmapparat nach Erforderniß, zieht die genannten Klemmschrauben wieder an, und entfernt auch die Stellschrauben s s von den Enden der Zinkstangen.

Hat man auf diese Weise die wirksame Länge der Zinkstangen mehrmals korrigirt, und zeigen sich im Gange des Pendels noch kleine Unrichtigkeiten, so braucht man nach der Unterstützung der Zinkstangen durch die Stellschrauben s s nur noch die Klemmschrauben l l zu lüften, und dann das Backenstück vermittelst der Stellschrauben x x etwas zu heben oder zu senken, um den Fehler in der Compensation vollends zu beseitigen. Daß auch beim Entwurfe eines Compensationspendels nach dieser Einrichtung und der nachfolgenden Berichtigung der Compensation die Rechnung gute Dienste leiste, ja bei dem letztern Geschäft allein nur mit Sicherheit leite, bedarf nach den bereits angeführten Beispielen keiner erläuternden Bemerkung.

Anmerkung. Hat man wegen unrichtiger Compensation die Klemmvorrichtung etwas verschoben, so wird, weil sich dadurch die absolute Pendellänge nicht verändert hat, das Pendel immer noch voreilen oder zurückbleiben, wie dieses vor der Bewegung jener Vorrichtung der Fall war. Um dasselbe auf seinen normalen Gang zurückzuführen, muß man, wenn die veränderte Temperatur anhält, bei dieser die Regulirungsschraube in Anwendung bringen. Kehrt nun die Temperatur zurück, bei welcher man die Pendellänge zuerst rectifizirt hat, so wird, falls man durch die Verstellung des Klemmapparates das richtige Verhältniß zwischen den Zink- und Eisenstangen getroffen hat, ungeachtet vorher seine absolute Länge geändert würde, das Pendel nicht mehr voreilen oder zurückbleiben, indem jene Aenderung in der absoluten Länge nur durch die geringere oder größere Ausdehnung der Zinkstangen ausgeglichen wird. Hätte man aber bei der gegen die Normaltemperatur erhöhten oder erniedrigten Temperatur nur

die Klemmvorrichtung verschoben, nicht aber die Pendellänge verändert, so würde das Pendel beim Eintritte der Normaltemperatur eine Abweichung von seinem früheren Gange zeigen, also nur in seiner absoluten Länge berichtigt werden müssen.

15. Eine andere Einrichtung des Compensationspendels zur Erreichung der absoluten Compensation hat den Pariser Uhrmacher Jakob zu ihrem Erfinder. Wie Fig. 13 zeigt, weicht auch die äußere Gestalt von jener der bisher beschriebenen Compensationspendel ab, obschon dasselbe dem Prinzipe nach zu den Rostpendeln gerechnet werden muß.

An der schmiedeeisernen Pendelstange pn von etwas elliptischem Querschnitte sitzt auf der Mutter die Regulirungsschraube S, eine Art Scheide en aus Zink, welche vorn und hinten durchbrochen und nur durch zwei oder drei Querstücke zusammen gehalten wird. Das obere cylindrisch geformte Ende geht in eine Schraubenspindel e aus, auf welche die plattenförmige Mutter m paßt. Diese trägt das stählerne Querstück a a, in welches die gleichfalls stählernen Arme ab ab eingelassen sind, deren Enden b b mittelst Schraubenbolzen die Pendellinse B halten. Die Pendellinse ist über die Zinkscheide en geschoben, und läßt sich an derselben leicht auf und nieder bewegen. Diese geht auch durch eine Oeffnung der Platte aa frei hindurch. Sonach ruht das ganze Gewicht der Linse mittelst des Querstückes aa auf der Mutter m, und durch diese und mittelst der Zinkscheide auf der Mutter der Regulirungsschraube S.

Ist das Pendel in Gang gesetzt, so trachtet man zuerst bei einer bestimmten konstanten (Normal-) Temperatur mittelst der Regulirungsschraube S die absolute Pendellänge genau zu berichtigen. Hierauf wird der Gang des Pendels bei veränderter Temperatur (welche entweder von selbst oder durch künstliche Mittel eingetreten ist) beobachtet. Zeigt es sich, daß derselbe ein anderer geworden, daß z. B. bei erhöhter Temperatur das Pendel voraus eilt, so kommt es nur darauf an, die Wirkung der Zinkscheide zu verändern, also in dem angeführten Beispiele den auf die Compensation wirksamen Theil der Zinkscheide etwas zu verkürzen. Zu diesem Zwecke dreht man die Mutter mpv so, daß sie sich gegen die Linse zu, bewegt. Dabei geht aber auch das Querstück

aa, und mit diesem die Linse B um eben so viel herab, als man die Mutter m gesenkt hat, indem wie schon bemerkt wurde, die Linse sich in der Zinkscheide verschieben läßt, ohne jedoch an deren untern Ende aufzusitzen. Weil man aber durch diese Operation die absolute Pendellänge vergrößert hat, so ist es nothwendig, mittelst der Regulirungsschraube S die Zinkscheide und mit dieser die Linse so hoch zu heben, als zur Herstellung der genauen Pendellänge erforderlich ist. Nach mehrmaliger Wiederholung der Correction der Compensation wird der betreffende Fehler bis auf eine unmerkliche Größe beseitiget werden können. Auch hier leistet die Zuhilfenahme der Rechnung gute Dienste.

Bei der Anordnung dieses Pendels nimmt die Linse an der Compensation keinen Theil, da die Gerade, welche die Axen der Befestigungsschrauben bb verbindet, horizontal durch die Mittelpunkte der Linse geht. Daher muß die Zinkscheide etwas länger genommen werden, als die Zinkstangen bei der gewöhnlichen Rostpendeleinrichtung zu sein brauchen. Eine leicht anzustellende Rechnung*) zeigt, daß bei einem Sekundenpendel mit einer 6 zölligen Linse, bei welchem der Schwingungsmittelpunkt 2″ ober dem Schwerpunkte der Linse liegt, die Länge der Zinkscheide bis zur obern Fläche der Mutter m etwa 24·″5 beträgt.

16. Durch eine kleine Abänderung des Jakob'schen Pendels kann man ein Compensationspendel erhalten, welches seiner äußeren Gestalt nach mit dem Trougthon'schen Tubular-Pendel die größte Aehnlichkeit besitzt, sich aber vor demselben durch größere Einfachheit auszeichnet und eine successive Berichtigung der Com-

*) Ist die Länge der Pendelstange vom Aufhängepunkt bis zur ebenen Fläche der Regulirungsschraube $S = l + h$, wobei h den Abstand des Schwingungspunktes von dieser Fläche bezeichnet, ferner R der Radius der Linse, z die Länge der Zinkscheibe, also $z - R$ die Länge der stählernen Arme ab ab, so hat man wenn $\varepsilon$, $\sigma$, $\zeta$ die Längenausdehnungscoefficienten des Eisens, Stahles und Zinkes darstellen: $z = \frac{\varepsilon}{\zeta - \sigma}(l + h) - \frac{\sigma}{\zeta - \sigma} R$ . . . ($\alpha$, oder wenn man die numerischen Werthe dieser Coefficienten setzt:

$$z = 0{\cdot}6116\,(l + h) - 0{\cdot}5655\,R \;.\;.\;.\;(\beta.$$

Nimmt man für ein Sekundenpendel $h = 5''$ und $R = 3''$, so wird $\zeta = 24{\cdot}''4355$.

pensation zuläßt. Dasselbe ist in Fig. 14 abgebildet. Die aus Schmiedeeisen bestehende Pendelstange pn trägt mittelst der Mutter der Regulirungsschraube S eine Zinkröhre zi, welche sich mit Leichtigkeit an derselben verschieben läßt. Ueber die Zinkröhre zi ist eine Röhre ef aus Schmiedeeisen geschoben, welche sich mit der bei e angebrachten zum Durchgange der Stange pn mit einer entsprechenden Oeffnung versehenen Deckplatte auf der Zinkröhre stützen und ebenfalls an derselben leicht bewegen kann. Das andere Ende der Röhre ef ist bei f mit einem Ansatze versehen, auf welchem die über diese Röhre geschobene Pendellinse B ruht. Das untere Ende der Zinkröhre z trägt eine kurze angeschraubte Röhre aus demselben Materiale, so daß sich durch das Hinein- oder Herausschrauben derselben die Zinkröhre verlängern oder verkürzen läßt, was zur Berichtigung der Compensation dient. Die Mutter dieser Schraube befindet sich im Innern der längern Zinkröhre, während die Spindel auf der kürzern Röhre eingeschnitten ist. Diese Schraubenvorrichtung läßt sich zweckmäßig in der eisernen Tragröhre ef verbergen und ist dadurch auch vor Beschädigung oder Verunreinigung der Gänge bewahrt. Die Behandlung des Pendels sowohl in Betreff der Prüfung als auch der Berichtigung der Compensation stimmt ganz mit jener des Jakob'schen Pendels zusammen, so wie auch die Länge der Zinkröhre nach einer ähnlichen Formel wie jene α) oder β) in der vorigen Anmerkung berechnet werden kann.

17. Bei den meisten der bisher beschriebenen Compensationspendel trägt die Linse durch ihre Ausdehnung oder Zusammenziehung zur Compensation mit bei. Es liegt daher der Gedanke nicht ferne, die durch die Wärme veränderte Länge der Pendelstange durch die Linse allein compensiren zu lassen, wobei das Materiale der Pendelstange eine kleine, hingegen jenes der Linse eine möglichst große Ausdehnung durch die Wärme besitzen muß.

Ein Blick auf die bekannten Längenausdehnungscoefficienten derjenigen Materialien welche zur Pendellinse verwendet werden können (rücksichtlich der Pendelstange ist die Wahl des Materiales nicht mehr zweifelhaft), verschafft die Ueberzeugung, daß Quecksilber die größte Längenausdehnung durch den Einfluß der Wärme erleide. Besteht die Pendelstange aus Schmiedeisen

und bringt man an derselben statt einer Linse aus Messing oder Blei einen gläsernen oder eisernen mit Quecksilber gefüllten Cylinder als Pendelkörper an, so findet man mit Hilfe einer einfachen Rechnung*), daß für die Länge des Sekundenpendels ein Quecksilberzylinder von 5·'''2 hinreichend sei, um die Längenveränderung der Pendelstange durch den Einfluß der Wärme zu kompensiren, vorausgesetzt, daß das Gewicht der Pendelstange gegen jenes des Cylinders nur unbedeutend sei. Aber selbst bei einem größern Gewicht der Pendelstange überschreitet die erforderliche Höhe des Quecksilbercylinders nicht 6 Zoll. Man kann sonach zur Herstellung eines Pendels, dessen Länge von dem Einflusse der Wärme unabhängig sein soll, sich der angedeuteten Construction bedienen, welche zuerst von dem berühmten englischen Uhrmacher Graham in Anwendung gebracht wurde. Sie führt den Namen Quecksilbercompensation, sowie das mit derselben versehene Pendel auch Quecksilberpendel genannt wird. In Fig. 15 Taf. 477 ist die Einrichtung eines solchen Pendels versinnlicht. An der schmiedeisernen Pendelstange p n hängt ein Querstück a b, durch dessen Hülse das mit einem Schraubengewinde versehene Ende dieser Stange durchgeht. Die kreisförmige Mutter S dient als Unterlage des Querstücks a b und sonach dazu, um dasselbe an der Pendelstange zu heben oder zu senken.

---

*) Ist d die Länge der schmiedeisernen Pendelstange bis zur Mitte des Cylinders, und kann ihr Gewicht gegen jenes des Quecksilbercylinders vernachläßiget werden, dessen Höhe x und Radius r ist, so hat man zuerst: $\left(d + \frac{x}{2}\right)\varepsilon = \frac{x}{2}\sigma$ oder $x = \frac{2\varepsilon d}{\sigma - \varepsilon}$ . . . (1, und wenn man für $\varepsilon$ und $\sigma$ (die Längenausdehnungs-Coëfficienten für Schmiedeisen und Quecksilber) die Werthe setzt: $x = 0{\cdot}1386 . d$ . . (2. Da ferners die Pendellänge (Gl. 4) $l = \frac{3r^2 + x^2 + 12.d^2}{12}$ . . . (3, so folgt $d = l\left(0{\cdot}4992 + \sqrt{1 - 1{\cdot}0032\frac{r^2}{l^2}}\right)$ . . . (4. Setzt man für l die Länge des Sekundenpendels (37·728), so ist d = 37·66, was weniger als 0.''1 Differenz zeigt; ein Beweis, daß zur vorläufigen Bestimmung der Länge des Quecksilbercylinders obige Annahme genügend ist. Setzt man diesen Werth von d in Gl. 2, so erhält man x = 5·2.

In den bei a und b befindlichen Oeffnungen sind die eisernen (oder stählernen) cylindrischen Träger a c und b d befestiget, an deren unteren Enden die Platte c d sitzt. In der cylindrischen Vertiefung derselben steht das mit Quecksilber gefüllte Glasgefäß B, welches mit der gut anschließenden Platte e f gedeckt ist, deren Ohren ebenfalls über die Träger ac und b d geschoben und an denselben befestiget werden. Die Bodenplatte c d wird noch mit dem Stifte L versehen, der zur Bestimmung der Größe des Schwingungsbogens verwendet wird.

Um bei einer bestimmten konstanten Temperatur die Pendellänge zu berichtigen, dient die Schraubenmutter S, mittelst welcher man, wie dieses aus der Zeichnung leicht entnommen werden kann, das Quecksilber-Gefäß zu heben oder zu senken, also auch die Pendellänge zu verkleinern oder zu vergrößern im Stande ist.

Um die Compensation zu korrigiren, braucht man nur nach genauer Prüfung des Ganges des Pendels bei erhöhter oder erniedrigter Temperatur etwas Quecksilber hinzu zu geben oder hinweg zu nehmen, je nachdem das Pendel zurückbleibt oder voreilt, zu welchem Zwecke die Deckplatte e f gelüftet werden muß.

Ungeachtet der ungemeinen Einfachheit sowohl in der Construction als auch in der Berichtigung hat das Quecksilberpendel doch keine allgemeine Anwendung gefunden, und wenn sich auch berühmte Uhrmacher zu seinen Gunsten erklärten, und dasselbe bei vielen ausgezeichneten Uhren ausführten, so gab es doch wieder andere eben so gewichtige Autoritäten, welche sich gegen dasselbe aussprechen und andere Compensationseinrichtungen vorzogen.

Der von Vielen gegen das Quecksilberpendel geltend gemachte Grund, daß die bedeutende Quecksilbermasse des Pendels eine Temperaturveränderung nur langsam anzunehmen im Stande sei, während dem die dünne und der Einwirkung der Wärme unmittelbar ausgesetzte Pendelstange eine Veränderung derselben augenblicklich verspüre, ist nicht so erheblich und keineswegs so unvermeidlich, als daß man seinetwegen allein die sonst sich empfehlende Einrichtung dieser Compensation verwerfen sollte. Wenigstens ist die von Urban Jürgensen angegebene Construction des Quecksilberbehälters, wornach derselbe in zwei Cylinder von nicht bedeutendem Durchmesser getheilt werden kann, von der Art, daß

sie alle Besorgniß wegen zu langsamer Annahme der Temperatur der umgebenden Luft von Seiten des Quecksilbers zu beseitigen vermag.

Wichtiger dürfte der Umstand sein, daß das Quecksilber, soll es beständig einerlei Ausdehnung bei gleicher Temperaturdifferenz zeigen, vollständig luftleer sein muß. Denn ein mit Luft erfülltes Quecksilber wird sich bei einer bestimmten Temperaturerhöhung umsomehr ausdehnen, je größer die in ihm enthaltene Luftmasse ist, und bei abnehmender Wärme sich anders zusammenziehen, als wenn es vollkommen luftleer wäre. Hat es aber schon seine Schwierigkeiten, das Quecksilber bei der Herstellung des Pendels vollkommen luftleer zu machen, so ist es noch weit schwieriger, dasselbe fort und fort luftleer zu erhalten, da es, wenigstens während der Berichtigung seiner Masse zum Zwecke einer genauen Compensation auf seiner Oberfläche mit der Luft in Berührung kommt, und sonach dieselbe mehr und mehr einsaugt. Da hierdurch seine compensirende Kraft sich beständig ändert, so ist es fast unmöglich eine ganz scharfe Compensation zu erzielen.

Die Gebrechlichkeit des zur Aufnahme des Quecksilbers nöthigen Glasgefäßes, die vielen aus der Undurchsichtigkeit eines eisernen Quecksilberbehälters hervorgehenden Uebelstände, die Schwierigkeiten ein solches Pendel unversehrt zu transportiren, die leichte Möglichkeit eines kleinen Quecksilberverlustes und der dadurch verursachten Zerstörung einer mühsam bewerkstelligten Rectification dürften ebenfalls beitragen, daß man in den meisten Fällen eine starre der beweglichen Quecksilbercompensation vorzieht.

Anmerkung. Außer der hier beschriebenen giebt es noch eine Menge sinnreicher und für die Anwendung empfehlenswerther Compensationseinrichtungen, welche anzuführen aber die Grenzen und den Zweck dieser Abhandlung überschreiten würde. Es wird nur noch auf die verschiedenen Hebelcompensationen, dergleichen eine an der unter der Leitung des rühmlichst bekannten Professors S. Stampfer ausgeführten Thurmuhr für das Lemberger Rathhaus angebracht war (siehe Jahrbücher des k. k. polytechnischen Institutes in Wien XX. Band Seite 78 u. ff.), und auf die sogenannte Gewichtscompensation hingewiesen, welche letztere von Martin

erfunden, allgemein als sinnreich bewundert und vielfältig beschrieben worden, jedoch so viel hierüber bekannt, wenig in Ausführung gekommen ist.

β) Die Unruhe.

18. Die Unruhe ist ein Rad an der Welle, in Verbindung mit einer flachen oder cylindrischen Spiralfeder (vergl. Artikel Feder, Encyclop. Band 5. Seite 540 u. ff.) welche an dem einen Ende mit der Welle, an dem andern Ende aber mit dem sogenannten Spiralhalter verbunden ist. Fig. 16, Taf. 478 zeigt eine Unruhe gewöhnlicher Einrichtung. Der wohl abgerundete Kranz a des Schwungrades von $\frac{1}{2}$—1 Zoll Durchmesser ist durch drei Arme b mit der cylindrischen Nabe c verbunden, durch deren Oeffnung die stählerne Welle de hindurchgeht.

Ihre gehörig abgedrehten und fein polirten Zapfen laufen in passenden Lagern aus Messing, welche mit Platten f und g von gut gehärtetem Stahl gedeckt sind, um eine möglichst leichte Bewegung zu gestatten. An der Welle d e befindet sich die Rolle h. Sie wird durch Reibung festgehalten und nimmt in einem tangential gebohrten Loche das innere Ende der Spiralfeder auf, welches durch einen Stift befestiget wird. Auf der Bodenplatte des Rädergehäuses sitzt ein kurzer Zapfen i fest, welcher der Spiralhalter (Spiralpflock) genannt wird. Er dient zur Befestigung des äußern Endes der Spiralfeder. Die zwei bügelartigen Theile, in welchen die Zapfen der Unruhe gelagert sind, heißen die Unruhkloben, und zwar jener bei f der obere (fliegende), jener bei g der untere (steife). Bei den meisten Uhren ist der obere Kloben kreisförmig, und um die Unruh besser sehen zu lassen, wie in Fig. 21, durchbrochen. Bei neueren Uhren hat er die in Fig. 17 ersichtlich gemachte Gestalt, wobei dann auch der untere Kloben eine von der vorigen abweichende Einrichtung erhält und den Namen Potence führt. Das Schwungrad muß so gearbeitet sein, daß es außer Verbindung mit der Spirale in jeder Stellung in Ruhe bleiben kann, welches nur dann der Fall sein wird, wenn sein Schwerpunkt in der Drehungsaxe liegt.

Eine cylindrische Spiralfeder ist in Fig. 18 dargestellt. Sie wird mit dem einen Ende an der Spiralfederrolle der Welle, mit

dem andern aber an dem obern Unruhkloben fest verbunden. Der Ring der Unruhe ist dabei meist aus zwei verschiedenen Metallen, z. B. Stahl und Messing oder Stahl und Gold zusammengesetzt, an zwei Armen befestiget, diametral durchschnitten und mit verstellbaren Schwungmassen versehen, welche entweder aus mehreren Schrauben, wie in Fig. 19 oder auch aus eigens geformten Körpern wie Fig. 25 zeigt, bestehen. Befindet sich die Unruhe im Gleichgewichte oder in Ruhe, so äußert die Spirale nach keiner Richtung hin eine Spannung, ist also ebenfalls im Gleichgewichte.

Dreht man aber den Ring der Unruhe, so wird die Spiralfeder entweder zu- oder aufgewunden; in beiden Fällen nimmt ihr Widerstand mit dem Drehungswinkel zu. Läßt man nach einer gewissen Drehung den Ring aus, so sucht die Spirale in ihre Gleichgewichtslage zu gelangen, und treibt dabei durch das an der Welle sitzende Ende das Schwungrad in der Richtung ihrer Bewegung so lange mit herum, bis ihre Spannung nach Erreichung der Ruhelage wieder Null geworden ist.

Hier hat aber das Schwungrad die größte Geschwindigkeit erlangt; es kann somit vermöge seiner Trägheit nicht plötzlich in Ruhe übergehen, sondern muß seine Bewegung so lange fortsetzen, bis die nun wieder eintretende und durch das Auf- oder Zuwinden immer größer werdende Spannung der Spiralfeder die Geschwindigkeit des Schwungrades gänzlich zerstört. Dieser Fall tritt ein, wenn ein Punkt des Schwungradringes von der Ruhelage angefangen einen Bogen zurückgelegt hat, welcher jenem gleicht, um welchen er, bei der ersten entgegengesetzten Drehung des Ringes sich von seiner ursprünglichen Lage entfernt hat. Nachdem nun aber die Spiralfeder sich wieder in einem Zustand der Spannung befindet, so wird sie abermals in ihrem Bestreben in die Ruhelage zu gelangen das Schwungrad mit sich zurückführen, dasselbe aber in seiner Bewegung immer mehr und mehr beschleunigen, so daß es wieder die größte Geschwindigkeit in dem Momente erlangt hat, als die Spiralfeder in den Zustand ihres Gleichgewichts gekommen ist. Das Schwungrad wird also seine Bewegung wieder so weit fortsetzen, bis seine Geschwindigkeit durch die Gegenwirkung der Spiralfeder neuerdings Null geworden ist. Es ist leicht ersichtlich, daß diese Bewegungen des Schwungrades in

Folge der Wirkung und Gegenwirkung der Spiralfeder in ungleichförmiger Beschleunigung und Verzögerung vor sich gehen, und einmal durch eine fremde Kraft eingeleitet ohne Ende fortdauern müßten, wenn keine Bewegungswiederstände vorhanden wären, welche in der Reibung der Zapfen der Unruhwelle gegen ihre Lager und in dem Wiederstande der Luft zu suchen sind.

Man nennt diese Bewegungen der Unruhe Schwingungen (Oscillationen), den Winkel, welcher dem von irgend einem Punkt des Schwungrades von der Ruhelage an bis zu Ende einer Schwingung durchlaufenen Bogen entspricht, den Elongations- (halben Schwingungs-) Winkel; die Zeit, während welcher die Unruhe den ganzen Schwingungswinkel zurücklegt, die Schwingungszeit oder die Schwingungsdauer der Unruhe.

19. Die Unruhe eignet sich in soferne als Regulator einer Uhr, als ihre Schwingungen in stets gleichen Zeiten vor sich gehen oder isochron sind. Ob und unter welchen Bedingungen dieses Statt finde, läßt sich am besten aus dem analytischen Ausdrucke für die Schwingungszeit beurtheilen, vorausgesetzt, daß derselbe richtig und von jenen Größen abhängig dargestellt sei, welche auf die Dauer der Schwingungszeit einen Einfluß üben. Leider hat man sich mit diesem so wichtigen Gegenstande noch viel zu wenig befaßt, als daß man bereits zu einer vollkommen richtigen Gleichung für die Schwingungsdauer der Unruhe gelangt wäre. Die wenigen hierüber angestellten Untersuchungen, welche sich hauptsächlich auf der Erfahrung entnommenen Angaben stützen, geben für die Bewegung der Unruhe folgende Gesetze.

$\alpha$. Die aus ihrer Ruhelage gebrachte Unruhe nimmt in Folge der Elastizität der Spiralfeder eine schwingende Bewegung an, welche bei der Entfernung von der Ruhelage eine ungleichförmig verzögerte, bei der Rückkehr zu derselben eine ungleichförmig beschleunigte ist.

$\beta$. Diese einmal eingeleitete Bewegung würde ohne Ende fortdauern, wenn die Unruhe keine Reibung an dem Zapfen und keinen Wiederstand der Luft zu überwinden hätte. Sie hält aber um so länger an, je sorgfältiger die Zapfen und ihre Lager gearbeitet sind, und eine je größere Masse die Unruhe bei demselben Volum besitzt.

$\gamma$. Die Schwingungszeit der Unruhe hängt ab von ihrer

Masse, von dem Radius des Schwungrades, von der Federkraft der Spirale und von der Accelleration der Erdschwere, und zwar verhalten sich am selben Orte die Quadrate der Schwingungszeiten zweier Unruhen, gerade wie ihre Trägheitsmomente (dieselben auf die Drehungsaxe bezogen) und verkehrt wie die Kräfte der Spiralfedern bei einer gleich großen Drehung aus ihrer Ruhelage. Die Größe des Elongationswinkels kommt in dem Ausdrucke für die Schwingungszeit nicht vor, mithin sollte diese von dem Elongationswinkel unabhängig sein. Hiemit stimmt aber die Erfahrung nicht in allen Fällen überein.

δ. Die Kraft der Spiralfeder hängt unter übrigens gleichen Umständen von ihrer Länge ab, und zwar äußert eine solche Feder bei unveränderter Dicke und Höhe eine um so größere Kraft bei einem bestimmten Drehungswinkel, je kürzer sie ist.

Man kann also der Unruhe eine bestimmte Schwingungsdauer dadurch geben, daß man dem Schwungrade bei einem gewissen Radius eine bestimmte Masse ertheilt, und dasselbe mit einer Spiralfeder von bestimmter Kraft versieht. Die Schwingungszeit der Unruhe bleibt, von den Wiederständen der Bewegung abgesehen, so lange unverändert, als sich die Unruhe an demselben Orte befindet, und ihr Radius und die Länge der Spiralfeder dieselben bleiben.

Anmerkung. Sei in Fig. 20 A eine kreisrunde Scheibe, welche sich um den conzentrischen horizontalen beweglichen Zapfen C drehen und nöthigenfalls feststellen läßt. Ein auf der Peripherie angebrachter Index O spiele auf dem getheilten Kreisbogen p q. Befestiget man das äußere Ende einer Spiralfeder in dem auf der Scheibe A stehenden Spiralhalter f, während man das andere Ende derselben mit dem Zapfen C verbindet, so läßt sich die Scheibe immer so stellen, daß der Index O auf dem Mittelpunkt der Theilung auf dem Kreisbogen p q zeigt. Dreht man jetzt die Scheibe in der Richtung o q, so wird sich die Spiralfeder auf den festgestellten Zapfen C etwas aufwinden und somit spannen. Frei gelassen würde die Scheibe durch die Gegenwirkung der Feder in die alte Lage zurückkehren. Die Feststellung derselben hat aber zur Folge, daß das innere Ende der Spirale den Zapfen C in der Richtung von c nach d zu drehen sucht. Bringt man an dem

mit C in Verbindung stehenden Hebel CD ein Gewicht Q an, welches nach Freimachung des Zapfens C der Wirkung der Spirale das Gleichgewicht hält, so stellt dasselbe in Verbindung mit dem Hebelarm CD ein Maß der Federkraft in c bei dem angenommenen Drehungswinkel der Spiralfeder dar. Die von Berthoud angestellten Versuche gaben bei einer Spiralfeder von 8 Windungen und $8\frac{3}{4}$ Linien Durchmesser im ungespannten Zustande bei einer Länge von 15 Zoll $1\frac{7}{12}$ Zoll Höhe und $\frac{1}{48}$ Linie Dicke folgende Resultate:

| Drehungswinkel | Gewicht Q | | Verhältniß von Q zu jenem bei 1° Drehungswinkel. |
|---|---|---|---|
| 5° | $9\frac{1}{2}$ | Gramme | 1·90 |
| 10° | 19 | „ | 1·90 |
| 15° | $28\frac{1}{2}$ | „ | 1·90 |
| 30° | $57\frac{1}{2}$ | „ | 1·92 |
| 40° | $76\frac{1}{2}$ | „ | 1·91 |
| 80° | 154 | „ | 1·92 |

Diese Versuche zeigen, daß die zur Ausgleichung der Federkraft angewendeten Gewichte, und so nach die bei den einzelnen Drehungen der Spiralfeder entstandenen Federkräfte in ziemlich gleichen Verhältnissen mit den Drehungswinkeln stehen. Die Resultate waren übrigens dieselben ob die Feder zu- oder aufgewunden wurde. Da sonach die Federkraft der Spirale mit dem Drehungswinkel gleichmäßig zu- oder abnimmt, so bedarf es keiner weitern Erklärung, daß die durch diese Kraft erzeugte Bewegung des Schwungrades eine ungleichförmige, und zwar eine ungleichförmig beschleunigte oder verzögerte sein müsse, je nachdem durch die Wirkung der Feder die Geschwindigkeit des Schwungrades zu- oder abnimmt.

Sei die Kraft der Spirale am Umfange der Spiralrolle vom Radius r bei einem Drehungswinkel von 180° P, ferner das Trägheitsmoment des Schwungrades $M d^2$, so hat man für den Drehungswinkel $\varphi$ die bewegende Kraft der Spirale an diesem Umfange x aus der Proportion

$$x : P = \varphi : 180 \text{ : also } x = \frac{\varphi}{180} . P = \frac{\varphi}{\pi} . P \ldots (1.$$

Bezeichnet y die Kraft für den Radius 1, so ist

$$y = r x = \frac{r\varphi}{\pi} P \ldots (2.$$

Bringt diese Kraft die Accelleration G hervor, so hat man

$$G = \frac{y}{M} \cdot g = \frac{r\varphi P}{\pi M d^2} g \ldots (3.$$

Wird das Schwungrad, nachdem ein beliebiger Punkt seiner Peripherie in Folge der Wirkung der Federkraft durch die Zeit t einen Bogen zurückgelegt hat, wobei er von der Ruhelage noch um den Winkel $\varphi$, also ein Punkt im Kreise von Radius 1 von eben dieser Lage noch um den Weg $\varphi$ absteht, in der Zeit d t um den Winkel d $\varphi$ gegen seine Ruhelage zu geführt, so hat man noch mit Rücksicht darauf, daß die Kraft y in der Peripherie vom Radius 1 wirkt, und daß mit der Zunahme von t der Winkel $\varphi$ abnimmt:

$$G = -\frac{d^2\varphi}{dt^2} \ldots (4 \text{ also auch } \frac{d^2\varphi}{dt^2} = -\frac{\varphi r P}{M d^2 \pi} g \ldots (5.$$

Aus der letzten Gleichung folgt einfach

$$\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = C - \frac{\varphi^2 r P \cdot g}{M d^2 \pi}.$$

Ist nun die Geschwindigkeit der Unruhe bei ihrer Rückkehr in die Ruhelage c so ist

$$\frac{d\varphi}{dt} = c \text{ mithin } \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = c^2 - \frac{\varphi^2 r P g}{M d^2 \pi}.$$

Wird dagegen statt $\varphi$ der größte Elongationswinkel $\Phi$ gesetzt, wobei

$$\frac{d\varphi}{dt} = o, \text{ so ist } c^2 = \frac{r P g}{M d^2 \pi} \cdot \Phi^2 \text{ also auch } \frac{r P g}{M d^2 \pi} = \frac{c^2}{\Phi^2},$$

woraus $\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = c^2 \left(1 - \frac{\varphi^2}{\Phi^2}\right)$ also $c\,d t = \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - \left(\frac{\varphi}{\Phi}\right)^2}} \ldots (6$

Integrirt man endlich diese Gleichung innerhalb der Gränzen $\varphi = o$ bis $\varphi = \Phi$ so erhält man $c t = \Phi \frac{\pi}{2}$ oder für die ganze Schwingungszeit

$$T = 2t \text{ auch } c T = \pi \Phi \text{ und } T = \sqrt{\frac{M d^2 \pi^3}{g r . P}} \ldots (k.$$

Setzt man den Halbmesser einer kreisförmigen Scheibe R, ihre Masse M, die Kraft, welche an dem Umfange der Scheibe bei 180° Drehung der Federkraft das Gleichgewicht hält Q, so hat man: $M d^2 = \frac{1}{2} R^2 M \ldots$ (a und $Q R = P r$, mithin aus

Gl. k . . $T = \sqrt{\frac{\pi^3 MR}{2gQ}}$ . . . (l für $R = 1''084848$ und $M = 42$ Gran $Q = 48$ Gran und $g = 31''03$, findet man aus l) $T = 0'''1988$. Der Gang einer solchen Unruhe gab $0'''2$.

Für eine eben so geformte Unruhe von anderem Gewichte und Radius hätte man

$$t = \sqrt{\frac{\pi^3 mr}{2gq}}, \text{ mithin } T^2 : t^2 = \frac{MR}{Q} : \frac{mr}{q} \;. \;. \;. \text{(m.}$$

Wäre für eine Unruhe von bekannter Schwingungszeit der Radius, die Masse, (oder das Gewicht) und die Federkraft der Spirale am Umfange der Unruhe bei einer Drehung von 180° bekannt, so könnte man hieraus die Schwingungszeit einer zweiten Unruhe berechnen, wenn die gleichnamigen Größen derselben gegeben wären. Wollte man aber mit Hilfe dieser Proportion für eine Unruhe von bestimmter Schwingungszeit, Masse, Radius und Federkraft finden, so würde man nicht zum Ziele gelangen, außer es würden von den drei zu suchenden Größen zwei als bekannt angenommen.

Es bleibt sonach für die Anwendung ein ziemlicher Spielraum für die Feststellung in den Verhältnissen dieser drei Größen.

20. Die Unbestimmtheit, welche sich aus der für die Schwingungszeit einer Unruhe aufgestellten Formel für die Größe und das Gewicht des Schwungrades und die Stärke der Spiralfeder ergibt, wird zum Theil durch gewisse, aus der Erfahrung abgezogene Grundsätze beseitiget, deren Beobachtung sich zur Gewinnung eines sichern Ganges und der größern Schonung der Unruhe als nothwendig herausgestellt hat. Hierher gehört zuerst die Regel: eine Unruhe nicht zu langsam schwingen zu lassen, weil sie sonst zu sehr durch äußere Bewegungen gestört wird, denen sie als Regulator tragbarer Uhren gewöhnlich ausgesetzt ist. Die Erfahrung hat gelehrt, daß man die Unruhe nicht weniger als vier- und nicht mehr als sechs Schwingungen durch die Sekunde machen lassen soll. Fünf Schwingungen in der Sekunde eignen sich besonders für Taschenuhren, vier Schwingungen für solche tragbare Uhren, welche weniger stoßenden Bewegungen widerstehen sollen, wie z. B. sogenannte Reiseuhren und Schiffschrono-

meter (Längenuhren), welche sich entweder in einer elastischen die Stöße wenig fortpflanzenden Verpackung oder in der sogenannten Compas suspension befinden, und sonach die äußeren Bewegungen entweder gar nicht oder nur wenig verspüren.

Durch diese in so enge Grenzen eingeschlossene Schwingungszahl der Unruhe ist ein wichtiger Faktor für die Dimensionen derselben gegeben. Ein anderes Moment zur Feststellung der bei der Unruhe zu bestimmenden Größen wird von der Nothwendigkeit der Vorkehrungen zur Ueberwindung der Bewegungswiederstände hergenommen. Der Wiederstand, den die Unruhe bei ihrer Bewegung durch die Reibung der Zapfen in den Lagern erleidet, steht im Verhältniß des Gewichtes derselben und des Schwingungsbogens. Sind bei zwei Unruhen die Schwingungsbögen gleich, so verhalten sich ihre Reibungen so wie ihre Gewichte.

Die Reibung der Unruhe muß durch die lebendige Kraft derselben überwunden werden, worunter man das Produkt der Masse in das Quadrat der Geschwindigkeit derselben versteht. Da die Geschwindigkeiten bei der Winkelbewegung den Abständen der bewegten Punkte von der Drehungsaxe proportional sind, so kann man in dem Verhältnisse der lebendigen Kräfte zweier Unruhen statt ihrer Geschwindigkeiten auch die Radien setzen, erhält sonach $P:p = MR^2:mr^2$ wobei P, M, R und p, m, r beziehungsweise lebendige Kraft, Masse und Radius der einen und andern Unruhe bezeichnen. Soll nun $P = p$ so muß $MR^2 = mr^2$ oder $M:m = r^2:R^2$ sein. Wäre nun $r = 1$ und $R = 2$, so hätte man $m = 4M$, d. h. die Masse der Unruhe vom Radius $r = 1$ müßte viermal so groß sein, als jene der Unruhe vom Radius $R = 2$, wobei aber auch ihre Reibung viermal größer wäre.

Ist hieraus ersichtlich, daß es nicht zweckmäßig sei, der Unruhe eine große Masse und einen kleinen Durchmesser zu geben, so kann man aber durch Beobachtung dieser Regel die Masse nicht gar zu sehr verringern und den Durchmesser dafür vergrößern, weil es dadurch der Unruhe an Solidität gebrechen würde. Es gibt hier einen Mittelweg, den man leicht findet, wenn man die Dimensionen und das Gewicht solcher Unruhen als maßgebend annimmt, deren Gang sich als ein vorzüglicher bewährt hat.

Was den Wiederstand der Luft anbelangt, den die Unruhe bei ihrer Bewegung zu überwinden hat, so wächst dieser mit dem Volum und der Geschwindigkeit der Unruhe. Es wäre sonach, um denselben leicht zu überwinden, zweckmäßig, den Radius der Unruhe so klein als möglich zu machen. Da aber hierdurch die Reibung größer würde, welche den Luftwiederstand bei weitem überwiegt und noch den Nachtheil hat, daß sie die Zapfen und Lager mehr abnützt, ferner eine kleine Geschwindigkeit die lebendige Kraft im quadratischen Verhältnisse herabsetzt, so nimmt man bei der Construction der Unruhe auf den Wiederstand der Luft weniger Rücksicht und begnügt sich, dem Kranze und den Armen des Schwungrades eine solche Form zu geben, bei der die Luft leicht durchschnitten wird.

21. Damit eine Unruhe in einer bestimmten Zeit eine gewisse Anzahl von Schwingungen vollbringe, muß man ihr, nachdem das Schwungrad ein bestimmtes Gewicht und einen hinreichend großen Radius erhalten hat, eine Spiralfeder von bestimmter Stärke geben. Diese hängt nebst der Dicke und Höhe auch von der Länge der Feder ab. Hat man bei der Auswahl der Spiralfeder nicht gefehlt, so wird die Unruhe nahezu die verlangte Anzahl von Schwingungen geben. Um diese aber genau zu reguliren, befindet sich bei den meisten Unruhen eine Vorrichtung, um die Spiralfeder etwas zu verlängern oder zu verkürzen. Man nennt sie das Rückerwerck oder den Rücker. Bei älteren Uhren hat der Rücker folgende Einrichtung. Auf der Platte A (Fig. 21), in welcher der Spiralhalter f befestiget ist, liegt ein verzahnter Kreisbogen a a, dessen Arm c zwei Stifte trägt, zwischen welche die äußerste Windung der Spiralfeder eingelegt wird. Dieser Kreisbogen, mitunter Rechen genannt, findet in der rinnenartigen Vertiefung des Bogenstückes d e vom selben Radius, welches über den etwas kürzeren Rechen gelegt und mit den Armen g und h an der Platte A konzentrisch zur Unruhe angeschraubt wird, eine sichere Führung. In den Rechen greift das Zahnrad b ein, durch dessen Drehung der Rechen und mit demselben auch der Arm c verschoben wird, wobei sich jeder der beiden Stifte, welche zusammen die Gabel bilden, in einem Kreisbogen bewegt, dessen Mittelpunkt in der Axe der Unruhe liegt. Auf der

Axe des Rades b ist ein Zeiger aufgesteckt, dessen Spitze bei Drehung der Axe in einem grob eingetheilten Kreisbogen spielt, welcher auf der kreisrunden Platte B verzeichnet ist, mit welcher gewöhnlich das Rad b gedeckt wird. An dem einen Ende dieses Kreisbogens findet sich gewöhnlich ein A (der Anfangsbuchstabe von Avance), an dem andern ein R (der Anfangsbuchstabe von Retard), um anzudeuten, daß die Uhr vor oder später geht, wenn man den Zeiger gegen A oder R bewegt.

Der Theil der Spiralfeder, welcher zwischen der Gabel c und dem Spiralhalter f liegt, nimmt an der Bewegung derselben entweder gar keinen oder nur einen geringen Antheil. Man kann also die Länge der in Bewegung befindlichen Spiralfeder vom Mittelpunkte an bis zur Gabel c rechnen. Es ist aber klar, daß eine und dieselbe Spirale länger oder kürzer ausfallen wird, je näher c an f rückt, oder je mehr c sich von f entfernt. Da dieselbe Unruhe bei einer längeren Spiralfeder langsamer, bei einer kürzeren aber schneller schwingt, vorausgesetzt, daß die Spirale ihre übrigen Eigenschaften nicht ändert so bietet die Verschiebung der Gabel ein einfaches Mittel, um die Schwingungsdauer der Unruhe um kleine Größen zu ändern und sonach zu reguliren. Aus der Construction des Rückerwerkes ist übrigens leicht zu erkennen, daß man bei jener Lage der Platte A, bei welcher die Unruhe abwärts und der Rücker aufwärts zu stehen kommt, den Gang der Unruhe beschleuniget oder verzögert, je nachdem man den Zeiger nach rechts oder nach links dreht, daher man auch am Ende der Kreistheilung rechts das A, links das R findet.

Die Einrichtung des Rückers bei Uhren neuerer Construction ist in Fig. 22 abgebildet. Man sieht hier die Unruhe von der Seite des obern Klobens B. Das Schwungrad ist mit a, die Spiralfeder mit b bezeichnet. Ferner stellt d den Träger des Spiralhalters c vor, welcher mittelst einer Schraube auf dem Kloben B befestiget ist. Auf dem kurzen cylindrischen Ansatze e e des Klobens, in welchem der obere Unruhezapfen läuft, und welchen man gewöhnlich den Knopf nennt, ist der Rücker f g so aufgepaßt, daß er sich mit einiger Reibung um e e drehen läßt, wobei sich die Enden f und g in Kreisbögen bewegen, welche ihren Mittelpunkt in der Drehungsaxe der Unruhe haben. Das Ende g

trägt die Gabel, in welche der äußerste Umgang der Spiralfeder eingelegt ist. Das andere Ende f beschreibt bei der Drehung des Rückers einen Theil des Kreisbogens A R, wobei beide Buchstaben die oben erklärte Bedeutung haben. Die beiden Schrauben s s am Knopfe, verhindern den Rücker sich von demselben loszumachen und halten zugleich die Deckplatte des Lagers des oberen Unruhezapfens. In Fig. 23 sieht man den obern Unruhekloben von unten, somit auch die ganze Spiralfeder b, deren inneres Ende auf die Spiralfederwelle C, in der bereits erwähnten Weise befestiget ist. Der zwischen c und g liegende Theil der Spiralfeder kann an den Schwingungen derselben wenig oder gar nicht theilnehmen. Mithin verlängert oder verkürzt man auch hier den wirksamen Theil der Spiralfeder dadurch, daß man die Gabel näher an c bringt oder weiter davon entfernt, was damit zusammenhängt, daß man das Ende f des Rückers gegen R oder A bewegt. Meistens ist der Spielraum des Rückers dadurch begränzt, daß ein Ansatz des Theiles g in dem bogenförmigen Einschnitte des Klobens B liegt und eine weitere Drehung dadurch verhindert, daß er sich gegen einen der den Ausschnitt begrenzenden Vorsprünge stemmt.

Anmerkung. Wie aus dem über den Zweck des Rückers Angeführten zu entnehmen ist, so soll derselbe nur dazu dienen, kleine Differenzen der Schwingungsdauer der Unruhe zu berichtigen. Dazu reichen auch kleine Bewegungen des Rückers hin. Größere Abänderungen seiner Stellung, wie diese bei dem Rückerwerke älterer Einrichtung und auch bei weniger sorgfältig gearbeiteten Rückern der neuern Construction möglich sind, können anstatt den Gang der Unruhe zu berichtigen, denselben in einem hohen Grade dadurch stören, daß sie die Spirale nöthigen eine Stellung anzunehmen, in welcher sie auch in der Ruhelage einen Seitendruck gegen die Unruheaxe ausübt.

Die Gabel beschreibt nämlich während ihrer Bewegung einen Kreisbogen, bleibt also in stets gleicher Entfernung von der Unruheaxe, während ein Punkt der Spiralfeder, sich derselben nähert oder von derselben entfernt, je nachdem er, um einen größern oder kleinern Bogen vom Spiralhalter absteht. Liegt nun die Spirale bei einer mittlern Stellung des Rückers in der Mitte der Gabel, erleidet also von dieser keinerlei Druck oder Spannung,

so wird dieß nicht mehr der Fall sein können, wenn sich der Rücker von dieser Lage bedeutend entfernt, besonders wenn die Gabel eng, und die Zahl der Windungen der Spiralfeder nur eine kleine ist. Hat man die Gabel um ein bedeutendes vorgeschoben, so zieht sie die Spiralfeder in dem Ergreifungspunkte auswärts, würde sie dagegen auf gleiche Art zurückgestellt, so erleidet die Spiralfeder durch die Gabel einen Druck nach einwärts. In beiden Fällen wird also die natürliche Stellung der Spirale gegen die Schwungradachse verändert, und damit meist eine sehr nachtheilige Wirkung auf den Gang der Unruhe hervorgebracht. Schon aus dieser Ursache sind Spiralfedern von wenig Windungen und Gabeln von sehr kleiner Oeffnung wenig zu empfehlen.

Eines Theils um der Spiralfeder in der Gegend der Gabel die Kreiskrümmung zu geben und andern Theils aber die Wirkung des Rückers weniger empfindlich zu machen, damit man um so viel kleinere Veränderungen in der Schwingungsdauer hervorbringen kann, als dieses bei der gewöhnlichen Wirkungsweise des Rückers thunlich ist, hat Breguet der Spiralfeder die Form gegeben, wie sie aus Fig. 24 entnommen werden kann. Die äußerste Windung der Spiralfeder b m kehrt nämlich, in dem sie sich etwas über die übrigen Windungen erhebt, wieder gegen den Mittelpunkt zurück, so daß sie in dem Bogen n g c von kleinem Radius zu dem Spiralhalter c gelangt und an einer Stelle in der Gabel liegt, welche sich zwischen n und c befindet. Da der Bogen n g c nahezu kreisförmig ist, und dem Bogen gleicht, in welchem sich der Mittelpunkt der Gabel bei einer Verstellung des Rückers bewegt, so kann dieser auf die Stellung der Spiralfeder keinen nachtheiligen Einfluß üben, und weil die Gabel g bei derselben Winkelbewegung des Rückers einen kleinen Weg beschreibt, also die Länge der Spirale um viel weniger ändert, als wenn sie dieselbe in der Windung bei b angriffe, so ist man dadurch in den Stand gesetzt, die Schwingungszeit der Unruhe viel genauer zu reguliren, als dieses bei der gewöhnlichen Form der Spiralfeder möglich ist. Darum wird gegenwärtig die Breguet'sche Spiralfeder bei Uhren von der besten Einrichtung häufig angewendet.

Bei Unruhen mit zylindrischen Spiralfedern findet man keinen Rücker. Das Mittel um die Schwingungszeit derselben zu

reguliren, besteht eines Theils darin, daß man der Spiralfeder gleich von vorhinein die möglichst genaue Länge zu geben sucht, was allerdings mit einer mehrmaligen Abänderung derselben verbunden ist, andern Theils aber in einer kleinen Veränderung der Stellung der Schwungmasse, wodurch ebenfalls die Schwingungsdauer der Unruhe um etwas Weniges abgeändert wird. Diese Art Unruhe kommt nur bei den künstlichsten Uhren, den Chronometern oder Längenuhren vor, und erfordert zur Beseitigung von Einflüssen, welche die Schwingungsdauer auch nur um eine sehr kleine Größe verändern könnten, gewisse Vorrichtungen, von denen weiter unten etwas Näheres angegeben werden soll.

22. Damit die Unruhe die einmal erhaltene Schwingungszeit unverändert bewahre, muß, wie der analytische Ausdruck für die Schwingungszeit zu erkennen gibt, nicht nur die Spiralfeder stets dieselbe Kraft, also auch stets dieselbe Länge bewahren, es muß auch das Trägheitsmoment des Schwungrades unverändert dasselbe bleiben. Durch den Einfluß der Wärme ändert sich aber die Länge der Spiralfeder, mithin muß auch ihre Kraft eine andere sein, je nachdem durch Zu- oder Abnahme der Temperatur diese Länge größer oder kleiner geworden ist. Die Zunahme der Wärme bewirkt aber auch noch eine Vergrößerung des Radius des Schwungrades und dadurch eine Vergrößerung des Trägheitsmomentes der Unruhe, so wie die Abnahme der Wärme eine Verkleineruug des Radius, und somit eine Verminderung jenes Momentes mit sich bringt. Es muß somit bei eintretender Temperaturveränderung aus doppelter Ursache eine Verzögerung oder eine Beschleunigung der Schwingungen der Unruhe zum Vorschein kommen. Eine im Gange befindliche Unruhe wird daher bei starkem Temperaturwechsel bemerkliche Veränderungen ihrer Schwingungsdauer zeigen, so daß es schon bei Uhren des gemeinen Gebrauches wünschenswerth erscheint, durch eine geeignete Vorrichtung den Einfluß der Temperatur auf die Schwingungsdauer der Unruhe wenigstens einigermaßen zu beseitigen. Die Einwirkung der Gabel auf die Schwingungsdauer der Unruhe hat zu einem derartigen Mittel geleitet.

Ständen die beiden Stifte der Gabel g Fig. 22 so weit auseinander, daß sie von der schwingenden Spiralfeder nicht er-

reicht werden könnten, so wäre es gerade so, als ob die Gabel gar nicht vorhanden wäre. Berührt die Feder nur bei ihrer äußersten Abweichung von der Ruhelage die Gabelstifte, so nimmt der zwischen dem Spiralhalter c und der Gabel liegende Theil der Spiralfeder noch an ihren Schwingungen einen gewissen Antheil, welcher sich in demselben Grade vermindert, als die Gabelstifte einander genähert werden, also ganz verschwindet, wenn beide Stifte die Feder zugleich berühren. Wäre daher der eine z. B. der äußere Stift beweglich, und würde sich derselbe bei abnehmender Temperatur von dem feststehenden Stifte entfernen, bei zunehmender Temperatur aber, demselben sich wieder nähern, so müßte dadurch der schädliche Einfluß derselben auf die Schwingungsdauer merklich vermindert, wo nicht gar beseitiget werden, da durch die Bewegung jenes Stiftes dieselbe Wirkung hervorgebracht würde, als wenn man die Länge der Spiralfeder um ein Stück vermehrte oder verminderte, welches im Maximum der Länge des Stückes gc gleich käme.

Um die Beweglichkeit eines der beiden Gabelstifte durch die Wirkung der Temperatur selbst hervorzubringen, wird derselbe aus dem einen Ende eines zusammengebogenen Metallstäbchens ghi gebildet, dessen anderes Ende i Fig. 22 auf eine zweckmäßige Weise mit dem Rückerende bei g verbunden ist. Dieses Metallstäbchen besteht aus zwei zusammengelötheten dünnen Streifen aus Stahl und Messing, von denen der Stahlstreif nach außen angebracht ist. Da nun Stahl und Messing durch die Wärme sich ungleich ausdehnen, und zwar Messing bei weitem mehr als Stahl, so folgt, daß bei zunehmender Wärme der Bogen ih sich mehr gerad biegen und hk sich mehr krümmen, also der Stift k sich dem Stifte l nähern werde. Bei abnehmender Wärme wird natürlich eine dieser entgegengesetzten Bewegung eintreten, somit wird der Stift k von dem Stifte l sich mehr entfernen. Mithin schließt sich die Gabel bei zunehmender und öffnet sich bei abnehmender Temperatur, wobei sie, wie bereits auseinander gesetzt wurde, die Schwingungen der Unruhe entweder beschleuniget oder verzögert, und so möglicher Weise die Wirkung der Temperaturänderung auf die Dauer der Schwingungszeit compensirt. Deßhalb führt der Doppelbogen ihk den Namen Com-

pensator. Offenbar hängt die richtige Wirkung des Compensators bei einer und derselben Spiralfeder von dem Verhältnisse der Ausdehnung der beiden dazu verwendeten Metallstreifen und von der Länge und der Gestalt des Bogens ab. Ist dieses gehörig getroffen, so wird die Unruhe bei wechselnder Temperatur gar keine oder nur geringe Veränderungen in der Schwingungszeit zeigen, und somit der Compensator in allen Fällen ausreichend erscheinen, bei denen es sich nur um eine annäherungsweise Gleichförmigkeit der Unruheschwingen handelt. Derselbe ist aber schon in soferne mangelhaft, als er, falls er zu viel oder zu wenig wirkt, keine oder wenigstens keine sichere Berichtigung zuläßt.

23. Die gegenwärtig als die sicherste anerkannte Methode, die Unruhe gegen den Einfluß der Temperaturveränderung unempfindlich zu machen oder zu compensiren, besteht in einer solchen Einrichtung des Schwungrades, welche die Masse desselben nach einwärts rückt, wenn die Temperatur zunimmt, sie dagegen nach auswärts treibt, wenn die Temperatur im Fallen begriffen ist. Dieses wird durch folgende Vorkehrungen möglich gemacht Die beiden Unruhearme a b und a c Fig. 25, tragen an den Enden b und c die Bogenstücke b d und c e, welche von vollkommen gleichen Radius und aus zwei Metallstreifen von verschiedener Längenausdehnung z. B. Stahl und Messing zusammengelöthet sind. Das innere Metall dehnt sich in der Wärme weniger als das äußere aus. Gegen ihr Ende tragen die beiden Bogen die Schwungmassen f und g, welche mittelst Klemmschrauben befestiget und nöthigen Falls verstellbar sind. An den Unruhearmen sind bei b und c noch die Stege $\beta$ und $\gamma$ aufgesetzt, in welchen sich die Muttern der Schrauben i und h befinden. Diese dienen die Schwingungszeit der Unruhe bei einer gewissen constanten Temperatur genau zu reguliren, wobei dieselben gleichmäßig hinein- oder herausgeschraubt werden, je nachdem die Unruhe zu langsam oder zu schnell schwingt.

Hat die Unruhe auf diesem Wege die richtige Schwingungsdauer erhalten, und nimmt nun die Temperatur zu, so würde, wenn die Bogen b d und c e keine Wirkung äußerten, die Unruhe zu langsam schwingen. Allein nachdem der äußere Metallstreif dieser Bogen sich mehr ausdehnt, als der innere, so krümmt sich

jeder derselben einwärts und führt somit auch die Schwungmassen f und g gegen den Mittelpunkt, wodurch das Trägheitsmoment des Schwungrades kleiner, und somit auch die Schwingungszeit kürzer wird. Wird hierdurch die Schwingungszeit gerade um so viel verkürzt, als sie durch den Einfluß der höhern Temperatur verlängert wurde, so bleibt dieselbe natürlich unverändert. Bei abnehmender Temperatur findet das Gegentheil statt.

Würde die Unruhe aber dennoch zu langsam oder gar zu schnell schwingen, so wäre dieses ein Zeichen, daß die Compensation zu wenig oder zu viel wirkt. Da ein gewisser Punkt des Kreisbogens b d oder c e um so mehr sich der Drehungsaxe der Unruhe nähert oder von ihr entfernt, je weiter er von dem fixen Bogenende b oder c absteht, so compensiren die Bögen um so mehr, je weiter die Schwingungmassen von jenen Bogenenden entfernt sind, und umgekehrt. Man müßte also, falls die Unruhe bei erhöhter Temperatur Schwingungen von zu großer oder zu kleiner Dauer zeigte die Schwungmassen gleichmäßig dem freien Ende der Bogen b d und c e nähern oder im zweiten Falle sie von denselben in gleicher Weise entfernen. Sind die Schwungmassen in Gestalt von Schraubenköpfen an bestimmte Stellen der Bogen b d und c e gebunden, wie in Fig. 19, dann wird die zu schwache oder zu starke Compensation dadurch berichtiget, daß man ähnlich gestellte Schrauben versetzt, zu welchem Zwecke in den Bögen leere Schraubenlöcher vorhanden sind.

Bei abnehmender Temperatur zieht sich der äußere Metallstreif der beiden Bögen b d und c e mehr zusammen, als der innere, welches eine Bewegung der Bögen und somit auch der Schwungmassen f und g nach außen zur Folge hat. Dadurch wächst aber das Trägheitsmoment und die Schwingungsdauer der Unruhe. Beträgt diese Aenderung gerade so viel, als um wie viel die Schwingungszeit durch Temperaturverminderung abgenommen hätte, falls keine Compensationsvorrichtung vorhanden wäre, so müßte die wirkliche Schwingungszeit der Unruhe ebenfalls constant geblieben sein. Eine Veränderung derselben könnte wieder nur von einer zu kleinen oder zu großer Wirkung der Compensation herrühren, in welchem Falle man durch das eben erklärte Verfahren die Compensation berichtigen würde.

Hieraus ist ersichtlich, daß man bei der beschriebenen Einrichtung der Unruhe im Stande ist nach und nach eine vollkommene Compensation zu erreichen. Gehört aber schon die Hand eines Künstlers dazu, um die Unruhe regelrichtig herzustellen, so ist noch mehr Geschicklichkeit erforderlich, um sie vollkommen zu reguliren: denn schon durch ungleiche Drehung der Schraube h und i kann es geschehen, daß der Schwerpunkt der Unruhe außer der Drehungsaxe fällt, noch leichter ist, dieses aber bei einer Verstellung der Schwungmaßen f und g möglich, und tritt jedesmal ein, wenn die Schwerpunkte derselben um ungleiche Bögen verrückt werden. Dann zeigt aber die Unruhe einen völlig unregelmäßigen Gang, besonders wenn ihre Axe in eine andere als die vertikale Lage gebracht wird. Es bedarf kaum einer Bemerkung, daß es gleichgültig sei, bei welcher (constanten) Temperatur die Schwingungszeit der Unruhe ohne Berücksichtigung der Compensation genau berichtiget wurde; am zweckmäßigsten wählt man hierzu die in Wohnzimmern herrschende, weil sie ohne Schwierigkeit unverändert erhalten werden kann. Zur Berichtigung der Compensation muß man die Unruhe aber einer bedeutend höheren (etwa + 35° R.) und niederen (—10° R.) Temperatur aussetzen, und in derselben ihren Gang durch längere Zeit prüfen und verbessern.

24. Wenn man schon bei Unruhen gemeiner Art auf den Wiederstand der Luft Rücksicht nimmt und denselben durch eine zweckmäßige Form des Schwungrades auf ein Kleinstes zurückzuführen sucht, so ist es um so nothwendiger und folgerichtiger bei Compensationsunruhen, welchen man in jeder Beziehung den höchsten Grad der Vollkommenheit zu geben trachten muß, das von dem Wiederstande der Luft herrührende Bewegungshinderniß in Betrachtung zu ziehen, um zu erforschen, ob und durch welche Mittel dasselbe zu beseitigen oder auf ein kleinstes herab zu bringen wäre.

Der Wiederstand den eine Compensationsunruhe von der Luft zu erleiden hat, ist gewöhnlich viel bedeutender als jener bei gemeinen Unruhen. Denn fürs erste ist der Schwingungsbogen einer Compensationsunruhe gegen den einer gewöhnlichen meist bedeutend größer, fast nie unter 360°, wobei die erstere in der Regel einen größeren Durchmesser als die letztere hat. Eine Folge

hiervon ist, daß die Compensationsunruhe mit einer größern (mittlern) Geschwindigkeit schwingt. Fürs zweite bietet dieselbe der Luft größere Wiederstandsflächen dar als die einfache Unruhe. Diese beiden Umstände müssen nothwendiger Weise einen größern Wiederstand der Luft bei der Compensationsunruhe bewirken.

Um denselben zu beseitigen, kennt man kein anderes Mittel als die Wiederstandsflächen so zu gestalten, daß sie die Luft leicht durchschneiden, weßhalb die Schwungmassen in der Richtung ihrer Bewegung schneidig gemacht und die Regulirungsschraubenköpfe h und i so viel als möglich linsenförmig hergestellt werden, ferner die Unruhe mit einem großen Bewegungsmomente schwingen zu lassen, wobei man die Schwungmassen aus Metall von großem spezifischen Gewichte wie Gold und Platin verfertiget, um die der Luft entgegentretenden Theile von so kleiner Oberfläche als möglich zu machen.

Die Erfahrung zeigt übrigens, daß bei den gewöhnlichen Veränderungen des Luftdruckes der Gang einer richtig construirten Compensationsunruhe so wenig abweicht, daß man den allenfalls sich ergebenden Fehler vernachläßigen kann.

25. Der in Anmerkung zu §. 19 aufgestellte Ausdruck für die Schwingungszeit einer Unruhe ist von der Größe des Schwingungswinkels unabhängig, wornach also dieselbe unverändert bleiben müßte, ob der Schwingungswinkel groß oder klein wäre. Dieß findet aber nur dann Statt, wenn die jener Formel zu Grunde liegende Bedingung eintrifft, welche fordert, daß die Federkraft im gleichen Verhältniß mit dem Drehungswinkel wächst. Hierbei muß aber die Spiralfeder bei einer gewissen Höhe und Dicke und einem bestimmten Härtegrad eine angemessene Länge erhalten. Bringt man mit dem Schwungrade eine sonst hinreichend starke, aber zu kurze Spiralfeder in Verbindung, so wird dieselbe bei den Schwingungen der Unruhe weit stärker gespannt, als wenn sie länger wäre. Es werden daher die größeren Schwingungsbogen in kürzerer Zeit vollendet als die kleineren. Hätte dieselbe Feder eine bedeutend größere Länge, so würde sie unter der Wirkung des Schwungrades viel weniger gespannt werden, wodurch die kleineren Schwingungsbogen in kürzeren Zeiten zurückgelegt würden als die größern.

Auf diese doppelte Wahrnehmung gründete Pierre le Roy eine Methode, die Länge der Spiralfeder zu bestimmen, bei welcher die Schwingungen der Unruhe gleichzeitig ausfallen, ob die Schwingungsbögen groß oder klein sind. Hiernach läßt man die Unruhe mit einer etwas zu langen Spiralfeder in größeren oder kleineren Bögen schwingen, und verkürzt dieselbe nach und nach so weit, bis die Schwingungen in kleineren und größeren Bögen gleichzeitig erfolgen oder isochron sind.

Ferdinand Berthoud erreicht den Isochronismus der Unruhe dadurch, daß er die Spiralfeder vom Mittelpunkte gegen das äußere Ende zu dünner macht. Diese Methode hat aber in der Ausführung viele Schwierigkeiten, indem es keine leicht zu lösende Aufgabe ist, die Dicke der Spiralfeder in stets gleichem Verhältnisse abnehmen zu lassen.

Anmerkung. Die Spiralfedern, sowohl die flachen als cylindrischen, werden gewöhnlich von Stahl gemacht, gehärtet und bis zur strohgelben, oder blauen Anlauffarbe nachgelassen. Um ihr Rosten zu verhüten, vergoldet man öfters dieselben. Mitunter findet man auch Spiralfedern aus Gold, dieselben leisten, nach den Erfahrungen Urban Jürgensen's, vorzügliche Dienste. Der berühmte englische Uhrmacher Dent hat auch gläserne Spiralfedern angewendet. Obgleich dieselben sich durch eine geringe Längenänderung in Folge der Einwirkung der Wärme und einen hohen Grad der Elasticität empfehlen würden, so dürfte doch ihrer weiteren Verbreitung die Schwierigkeit ihrer Herstellung und ihre zu große Gebrechlichkeit, im Wege stehen.

26. Hat der Regulator diejenige Einrichtung erhalten, welche der beabsichtigten Genauigkeit im Gange der Uhr entspricht, so wird derselbe nur dann seine Bestimmung vollkommen erfüllen, wenn er auf eine zweckmäßige Weise mit dem Räderwerke in Verbindung gebracht ist. Denn es ist eine Hauptbedingung eines guten Ganges der Uhr, daß die möglichst gleichzeitigen Schwingungen des Regulators den Einfluß auf das Räderwerk üben, daß jedes Rad desselben seine Umgänge in stets gleichen Zeiten vollendet, daß ferner das Räderwerk den Regulator in beständigem Gange erhalte, ihm also ununterbrochen den Verlust an bewegender Kraft ersetze, welchen er durch die Reibung im Mittelpunkt

seiner Bewegung und durch den Widerstand der Luft, bei jeder seiner Schwingungen erleidet. Der Bestandtheil der Uhr, wodurch die Verbindung zwischen dem Regulator und dem Räderwerke hergestellt und die so wichtige Wechselwirkung zwischen beiden ermöglichet wird, ist die Hemmung.

Erfordert die Einrichtung und Ausführung eines guten Regulators viel Umsicht und Geschicklichkeit, so muß auch zur Erzielung eines harmonischen Zusammenwirkens beider die Hemmung nach einem richtigen Prinzipe angeordnet und mit aller Sorgfalt ausgeführt werden. Seitdem man angefangen hat auf die Verbesserung der anfänglichen in vieler Beziehung unvollkommenen Hemmung sein Augenmerk zu richten, sind durch die Bemühungen scharfsinniger und kunstgeübter Uhrmacher, so wie durch sinnreiche und wissenschaftliche Untersuchungen gelehrter Mechaniker eine große Anzahl verschiedener Hemmungseinrichtungen zu Stande gebracht worden, welche sich in der Erfahrung mehr oder weniger bewährt, und sonach auch eine größere oder kleinere Verbreitung erlangt haben. In dem Folgenden sollen einige dieser Hemmungsvorrichtungen besprochen werden.

## b) Von den Hemmungen.

27. Um den im vorigen Paragraph ausgesprochenen Zweck zu erfüllen, muß die Hemmung so eingerichtet sein, daß sie das Räderwerk der Uhr in gleichförmiger durch die isochronen Schwingungen des Regulators bedingten Bewegung zu erhalten und den Regulator in seinen Schwingungen so zu unterstützen vermag, daß diese mit stets gleicher Elongation und so viel als möglich in Uebereinstimmung mit den Bewegungsgesetzen des Regulators vor sich gehen. Damit die Hemmung den an sie gestellten Anforderungen entspreche, muß sie einerseits mit dem Räderwerke, andererseits mit dem Regulator in ununterbrochener oder zeitweiliger Verbindung stehen.

Dasjenige Rad des Räderwerkes, welches mit den eigentlichen Hemmungstheil der Uhr in Berührung kommt, heißt das Hemm- oder Steigrad. Es ist, wenn man die Räder in ihrer Aufeinanderfolge von denjenigen aus zählt, auf welches die bewegende Kraft des Uhrwerkes (Schwer- oder Federkraft) unmit-

telbar einwirkt, das letzte im ganzen Rädersysteme und hat sonach die größte Umdrehungsgeschwindigkeit. Der Hemmungstheil befindet sich meistens an einer Welle, welche mit dem Regulator in unmittelbarer oder mittelbarer Verbindung steht und somit an dessen Schwingungen Antheil nimmt, wodurch sie eine kleinere oder größere Winkelbewegung erhält. Bei derselben legt sich der Hemmungstheil in einem gewissen Momente der Schwingung des Regulators vor einem Zahn des Hemmrades, hält sonach dasselbe in seiner drehenden Bewegung auf, und läßt ihn erst nach Verlauf einer ganzen Schwingungsdauer aus, um in demselben Momente einen andern Zahn des Hemmrades aufzuhalten. Hierdurch ist das Hemmungsrad rücksichtlich der Schnelligkeit seiner Bewegung an die Schwingungsdauer des Regulators gebunden, und indem es während einer jeden Schwingung desselben sich um einen Winkel dreht, welcher der halben oder ganzen Weite seiner Zähne entspricht, so braucht es zu jeder seiner Umdrehungen eine Zeit, welche eine der doppelten oder einfachen Anzahl seiner Zähne gleiche Anzahl Schwingungen des Regulators in sich begreift. Sind nun diese Schwingungen in ihrer Dauer einander vollkommen gleich, so vollendet auch das Hemmungsrad seine Umgänge in stets gleichen Zeiten, welche Bewegungsweise sich nach der Natur des Räderwerkes auch auf die übrigen Räder fortpflanzt.

Wenn der das Steigrad in seiner Bewegung hemmende Theil dem anliegenden Zahne auszuweichen beginnt, so rückt dieser unter Ausübung eines der Umdrehungskraft dieses Rades entsprechenden Druckes auf den Hemmungstheil mit immer größer werdenden Geschwindigkeit so lange nach bis er endlich frei wird. Dadurch beschleunigt aber der Steigradszahn die Bewegung der Welle des Hemmungstheiles, und somit auch jene des Regulators. Man nennt die Fläche des Hemmungstheiles, über welche die Spitze des Steigradzahns während der Beschleunigung des Regulators gleitet, die Hebungsfläche, den Winkel, um welchen sich die Welle des Hemmungstheiles während der beschleunigenden Einwirkung eines jeden der Steigradszähne dreht den Hebungswinkel.

Nach der Art und Weise wie das Hemmrad auf den Hemmungstheil oder auch dieser auf das Hemmrad einwirkt, so wie

mit Rücksicht auf die Dauer und Intensität der Wechselwirkung beider Theile, gibt man der Hemmung verschiedene Namen. Erleidet das Hemmrad in dem Augenblicke, als einer seiner Zähne mit dem Hemmungstheil in Berührung tritt, einen seiner Bewegung entgegengesetzten Druck, in Folge dessen es ein wenig rückwärts geht, so nennt man die Hemmung eine rückfallende oder zurückspringende. Bleibt das Steigrad von dem Augenblicke an, als einer seiner Zähne mit dem Hemmungstheil in Berührung tritt, so lange in Ruhe, bis dieser Zahn über die Hebungsfläche gleitet, so wird die Hemmung eine ruhende genannt. Ist der Hemmungstheil mit dem Regulator außer Verbindung und gestattet er dem frei werdenden Steigradszahn eine momentane unmittelbare oder mittelbare Einwirkung auf den Regulator so heißt die Hemmung eine freie. Bleibt dabei die auf den Regulator übertragene Kraft unveränderlich dieselbe, so führt die Hemmung den Namen: freie Hemmung mit constanter Kraft.

28. Die einfachste und älteste aller bekannten Hemmungen ist die sogenannte Steigrads- oder Spindelhemmung. Fig. 26 stellt dieselbe in ihrer wesentlichen Einrichtung dar.

Ueber das Rad A dessen Zähne in der Fläche des Rades parallel zur Axe a b liegen und den Zähnen einer Säge nicht unähnlich sind, liegt diametral die Welle d e, welche gerade oberhalb der Zähne mit den Lappen oder Flügeln l und l′ versehen ist, von denen die Welle d e auch den Namen Flügelwelle führt. Die Flügel l und l′ sind gegen einander unter einem Winkel von beiläufig 90° geneigt, und so gegen den Radkranz gestellt, daß sie in die Zahnschnitte bis auf eine gewisse Tiefe hineinreichen. Befindet sich der unmittelbar an der Flügelwelle d e angebrachte Regulator in Ruhe, so haben die Ebenen der Flügel l und l′ gegen die durch die Axen der beiden Wellen d e und a b gedachte Ebene einerlei Neigung. Ist der Bewegungsapparat in Thätigkeit, so hat auch das Rad A das Bestreben sich in der Richtung des Pfeiles zu drehen, und wird demselben so lange folgen, bis einer der Zähne z. B. α an den vorstehenden Flügel l stößt. Da das Rad A eine ungerade Anzahl Zähne hat, so muß der durch die Zahnspitze α gezogene Durchmesser des Rades auf der entgegengesetzten Seite der Peripherie zwischen zwei Zahnspitzen in der

Mitte durchgehen. Die Welle d e stellt aber die Lage dieses Durchmessers dar, somit geht auch diese bei der angenommenen Lage des Zahnes α zwischen zwei Zähnen β und γ mitten hindurch, es steht daher der Zahn β um eine halbe Zahnweite von dem Flügel l′ entfernt. Ist die Kraft des Zahnes α nicht so groß um den Lappen l zum Ausweichen zu bringen, so kann sich das Steigrad nicht weiter bewegen. Elongirt man den Regulator, so daß der Flügel l sich von dem Zahne α entfernt, und so weit aufsteigt, daß dieser Zahn unter ihm hindurch gehen kann, so gelangt dabei der Flügel l′ immer tiefer in den Zahnschnitt βγ und hält in dem Momente, als der Zahn α unter dem Flügel l entweicht, den entgegen kommenden Zahn β auf; während dem ist das Steigrad um den Bogen vorgerückt, welcher einer halben Zahnweite gleicht. Der sich nun selbst überlassene Regulator schwingt gegen seine Ruhelage zurück, und geht über dieselbe soweit hinaus, als er in entgegengesetzter Richtung elongirt worden ist. Dabei erhebt sich nach und nach der Flügel l′ so hoch, bis der gegen ihn drückende Zahn β hindurch gehen kann, wobei aber wieder l in den Zahnschnitt αδ so tief als möglich eintritt und in dem Augenblicke den Zahn δ aufhält, als der Flügel l′ den Zahn β frei gelassen hat. Indem nun aber der Regulator wieder in entgegengesetzter Richtung schwingt, erhebt sich neuerdings der Flügel l, läßt den Zahn δ entweichen, wobei das Steigrad so weit vorläuft, bis sich der Zahn ε an dem entgegengestellten Flügel l′ aufhält. Diese gegenseitige Wirkung der Flügelwelle und des Hemmungsrades „das Spiel der Hemmung" wird so lange fortdauern, als das Rad das Bestreben, sich umzudrehen, besitzt, und der Regulator so weit ausschwingt, daß die Zähne des Hemmungsrades unter den sich erhebenden Flügel hindurch gehen können. Die erste Bedingung schließt aber auch zugleich die zweite in sich. So lange nämlich der an einen der beiden Flügel l oder l′ anliegende Zahn in Folge des dem Rade inwohnenden Zuges einen Druck gegen diesen Flügel ausübt, so wirkt er durch die Zeit, während welcher er über die Fläche desselben gleitet (abfällt) auf die Umdrehung der Flügelwelle und beschleuniget somit die Schwingung des Regulators. Da dieser also bei jeder Schwingung von einem der Zähne des

Hemmungsrades eine gewisse Größe an bewegender Kraft erhält, welche leicht so regulirt werden kann, daß sie gerade den Verlust an bewegender Kraft in Folge der Reibung an der Drehungsaxe und des Wiederstandes der Luft dem Regulator zu ersetzen vermag, so ist ersichtlich, daß die einmal eingeleiteten Schwingungen desselben durch das im Gange befindliche Räderwerk mittelst der Hemmung, welche in dem vorliegenden Falle aus dem Rade A und der Flügelwelle d e mit ihren Flügeln l und l′ besteht, erhalten werden. Man nennt daher die von der Hemmung auf den Regulator übertragene Kraft auch die erhaltende Kraft.

Anmerkung. Das Rad A heißt deßwegen auch „Steigrad", weil die Flügel l und l′ beim Spiele der Hemmung auf seinen Zähnen gewissermaßen auf- und niedersteigen. Man belegt auch bei den folgenden Hemmungen das Hemmungsrad meist mit dem Namen Steigrad. Bei ältern Schriftstellern findet man für dieses Rad auch den Namen „Schwungrad." Die Bezeichnung „Steigradhemmung" enthält daher wenig charakteristisches. Besser ist der Ausdruck „Spindelhemmung oder Spindelgang" weil die Flügelwelle, wenn sie in kleinem Maßstabe ausgeführt ist, den Namen „Spindel" erhält, welche Bezeichnung man bei keiner andern Hemmung braucht. Diese Hemmung wird übrigens sowohl bei Pendel als Taschenuhren angewendet, kommt aber gegenwärtig nur noch bei letzteren häufig vor.

Die Spindelhemmung gehört zu den rückfallenden Hemmungen. Um dieses leicht einzusehen, stelle man sich vor, daß die Hemmung ihr Spiel gerade beginne und die Elongation des Regulators eben hinreiche um die Lappen l und l′ so hoch zu heben, daß die Steigradszähne entweichen können. Es sei aber der Zuwachs an bewegender Kraft, den der Regulator bei jeder Schwingung durch das Steigrad erhält, etwas größer als der durch die Wiederstände seiner Bewegung erlittene Verlust. Die Folge wird sein, daß der Regulator nach und nach einen größern Schwingungswinkel annimmt, wobei die untere Begrenzung der beiden Flügel l und l′ etwas höher steigt als zur Freilassung des anliegenden Zahnes nothwendig wäre. Wird aber z. B. der Zahn $\alpha$ früher frei als der Flügel l seine aufwärtsgehende Bewegung

vollendet hat, so stößt auch der Zahn β früher an den Flügel l′, als dieser in seine tiefste Stellung gelangt ist. Dieß hat aber zur Folge, daß der Flügel l′, indem er nach geschehener Berührung mit dem Zahne β noch weiter niedersteigt, diesen Zahn und somit auch das Steigrad in der, seiner Bewegung entgegengesetzten Richtung etwas zurückdrängt. Dasselbe findet natürlich auch bei dem Flügel l statt, wenn er im Niedersteigen begriffen ist, und der Flügel l′ sich weiter erhebt als für den Durchgang des betreffenden Zahnes nothwendig wäre. Der Umstand aber, daß ein Steigradszahn dem niedersteigenden Lappen entgegentritt, bevor noch dieser seinen Weg vollendet hat, kann auf die Bewegung des Regulators nicht ohne Wirkung bleiben. Denn offenbar sucht dieser Zahn vermöge des ihm einwohnenden Zuges die seiner Bewegungsrichtung entgegengesetzte Schwingung des Regulators abzukürzen, und dieses um so mehr, je größer die bewegende Kraft des Steigrades ist. Es wird sonach eine etwas stärkere Beschleunigung des Regulators, zwar eine Vergrößeruag des Schwingungsbogens zur Folge haben; dieser kann aber nur so lange zunehmen, bis das Bewegungsmoment des Regulators und das des Steigrades ins Gleichgewicht getreten sind. Würde man die Kraft des Steigrades vermehren, so würde der Regulator mehr beschleunigt, aber auch das Steigrad würde der Vergrößerung des Schwingungswinkels kräftiger entgegenwirken; wobei es also möglich wäre, daß dieser constant bliebe. Eine ähnliche Erscheinung wird bei Verminderung der Kraft des Steigrades eintreten. Es ist sonach nicht unmöglich, daß bei der rückfallenden Hemmung kleine Ungleichheiteu in der Kraft des Steigrades keine Veränderung in dem Schwingungswinkel des Regulators hervorbringen, weßhalb dieselbe bei Uhrmachern älterer Zeit in hohem Ansehen stand, und selbst heutzutage noch manchen Lobredner findet. Allein eine andere Frage ist die, ob bei der Gleichheit des Schwingungsbogens auch die Schwingungszeit des Regulators unverändert bleibt. Dieß müßte allerdings der Fall sein, wenn der Regulator seine Schwingungen nach den Gesetzen seiner natürlichen (freien) Bewegung vollbrächte. Allein dieselben werden um so mehr beschleuniget, und ihre Bögen um so merklicher verkürzt, je kräftiger das Steigrad und je kleiner die

Schwungmasse des Regulators ist, so daß in gewissen Fällen seine Bewegung mehr ein Hin- und Herwerfen als ein Schwingen genannt werden kann. Es beruht sonach die Meinung, als ob die rückfallende Hemmung geeignet sei, Ungleichheiten in der bewegenden Kraft des Steigrads auszugleichen, auf einem Irrthum, von dem man sich leicht überzeugt, wenn man den Gang einer mit einer solchen Hemmung versehenen Uhr nur einige Zeit aufmerksam beobachtet. Derselbe wird nur so lange annäherungsweise constant sein, so lange die Kraft des Steigrades nahezu unverändert bleibt. Man thut sonach weder der Spindelhemmung noch auch der folgenden rückfallenden Ankerhemmung Unrecht, wenn man sie unter die unvollkommenen und fehlerhaften Mechanismen dieser Art rechnet.

Anmerkung. Huyghens, dem wir die Anwendung des Pendels als Regulators der Uhr verdanken (1656) fand noch keine andere als die Steigradshemmung vor, welche seit dem ersten Erscheinen der Räderuhr (nicht früher als im Anfange des 9. Jahrhunderts n. Ch. G.) bei welcher eine dem Windfange unserer Bratenwender ähnliche Unruhe als Regulator diente, in Anwendung war. Anstatt seinen Scharfsinn auf die Erfindung einer bessern Hemmungseinrichtung zu wenden, stellte er verwickelte Untersuchungen über die Frage an, von welcher Beschaffenheit ein Pendel sein müßte, damit seine Schwingungsdauer von der Größe des Elongationswinkels unabhängig wäre. Durch dieselben wurde er auf die Erfindung des Cycloidalpendels geleitet, welches, wenn auch damals bei der Unvollkommenheit der ausführenden Mechanik von keinem Erfolge, doch für die Anwendung von großer Wichtigkeit ist, wovon die im Jahre 1836 unter der Leitung des auch im Gebiete der Uhrmacherkunst höchst bewanderten Prof. S. Stampfer ausgeführte, mit einem Cycloidenpendel versehene Thurmuhr des Lemberger Rathhauses den glänzendsten Beweis lieferte. Diese Uhr ging trotz einer eben nicht beispielmäßigen Wartung bis zu ihrer Zerstörung i. J. 1848 im Sommer und Winter mit bewunderungswürdiger Genauigkeit. (Vergl. Jahrbücher des k. k. polytech. Instituts in Wien XX Bd. S. 78. u. ff.)

Das Cycloidalpendel ist ein gewöhnliches, jedoch an einer

Feder aufgehangenes Pendel (mit oder ohne Compensation), welche sich bei dessen Schwingungen abwechselnd an zwei congruente Cylcoidalbacken anlegt, die einer Cycloide angehören, deren Erzeugungskreis den vierten Theil der Pendellänge zum Radius hat. Es seien um den Isochronismus der Schwingungen eines Cycloidenpendels kurz nachzuweisen, Fig. 27 AB und AB′ zwei congruente halbe Cycloidenbögen, denen der Erzeugungskreis vom Radius $\frac{AS}{4}$ entspricht. Die über BB′ mit demselben Erzeugungskreis beschriebene Cycloide BSB′ ist bekanntlich die Evolvente der beiden halben Cycloiden AB und AB′, welche man auch erhalten hätte, wenn man mit dem Endpunkte B′ eines um AB′, geschlagenen undehnbaren in A festen Fadens eine continurliche Linie beschrieben hätte, wobei sich der Faden von AB ab und auf AB hätte aufwickeln müssen. AEH bezeichnet diesen Faden in jener Stellung, bei welcher der Punkt B′ den Bogen B′H beschrieben hat. Da nach der Natur der Cycloide $EG = eB' = GH$ (indem nämlich $\triangle GHK \cong B'D'e$, somit $B'e = GH$) so ist, $2\,B'e = EH = \text{arc.}\,B'E$ ... (x. Ebenso ist $\angle GEL = HGK$. Wäre H der Schwingungspunkt eines Pendels, und $HEA = AS = l$ seine Länge, so hätte dasselbe in dieser Stellung den Elongationswinkel $HEL = iJq = \alpha'$, seine Accelleration wäre sonach $g' = g.\sin\alpha'$ der bis zur Ruhelage zurückzulegende Weg arc. HS. In einer andern Stellung ANM wären die gleichnamigen Größen $g'' = g\,.\,\text{Sin}\,\alpha''$ und arc. MS., wobei $mJp = \alpha''$. Nun ist $Si = SJ.\sin\alpha'$; $Sm = SJ.\sin\alpha''$, sonach $Si : Sm = \sin\alpha' : \sin\alpha'' = g' : g'' = \text{arc. SH} : \text{arc. SM}$ (nach Relation x). Heißen die Zeiten, in welchen das Pendel von H und M nach S gelangt t′ und t″, so hat man nach der Natur der Bewegung in Curven (wobei an Geschwindigkeit nichts verloren geht)

$$t'^2 = \frac{2\,\text{arc. SH}}{g'} \text{ und } t''^2 = \frac{2\,\text{arc. SM}}{g''},$$

somit $$t'^2 : t''^2 = \frac{\text{arc. SH}}{g'} : \frac{\text{arc. SM}}{g''} \text{ d. i. } t' = t''$$

oder das Pendel kehrt in gleicher Zeit von M und H nach S zurück.

Hat der Schwingungspunkt in H die Geschwindigkeit v, so ist auch $ds = v\,dt$. Nimmt man an, daß die größte Elongation des Pendels den Schwingungspunkt bis M gebracht hat, dessen

Höhe $Sp = h$ sein soll, so hat man auch $v = \sqrt{2g(h-x)}$ wobei $Sq = x$; nimmt man den Radius des Erzeugungskreises $a = \frac{1}{4}$, so hat man noch für S als Ursprung des Axensystems und SA als Abscissenaxe

$$ds = \sqrt{\frac{2a}{x}} \,.\, dx, \text{ mithin } dt = -\sqrt{\frac{a}{g}} \,.\, \frac{dx}{\sqrt{hx - x^2}} \ldots (m.$$

woraus man durch Integration innerhalb der Grenzen $x = o$ bis $x = h$ erhält $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ wobei man statt $4a$ wieder den Werth $l$ einführt. Hieraus folgt, daß jene Seite 281 für sehr kleine Elongationswinkel aufgestellte Formel für die Schwingungszeit eines Kreispendels nur in soferne gültig ist, als ein mit der Pendellänge beschriebener Kreis dieselbe Krümmung hat, wie der Scheitel einer Cycloide, welche mit einem Erzeugungskreis beschrieben wurde, dessen Radius dem vierten Theil jener Pendellänge gleicht.

29. Eine andere Hemmung ist die zurückfallende Ankerhemmung, welche um das Jahr 1680 von einem englischen Uhrmacher Clement erfunden wurde. Sie kann nur bei Pendeluhren angewendet werden.

Fig. 28 macht ihre Einrichtung ersichtlich.

Das Hemmungsrad A hat in der Ebene des Radkranzes liegende Zähne, welche denen eines Sperrrades nicht unähnlich sind. Beim Gange der Uhr steht die Ebene des Rades vertikal, seine Welle horizontal, sonach parallel zu den Wellen der übrigen Räder des Uhrwerkes. Die normale Bewegung des Rades A erfolgt nach der Richtung des beigesetzten Pfeiles, also jener Richtung entgegen, nach welcher die Zähne geneigt sind.

Die mit der Welle des Hemmungsrades A parallel liegende Welle d, welche in der Zeichnung nur im Querschnitte sichtbar ist, trägt einen zweiarmigen gekrümmten Hebel $l\,d\,l'$, dessen schaufelartigen Enden $l$ und $l'$ bei der Drehung der Welle in die Zahnschnitte des Rades A abwechselnd eingreifen können. Von der entfernten Aehnlichkeit dieses Hebels mit dem gekrümmten Theil eines zweiarmigen Schiffsankers hat man demselben den Namen „Anker" gegeben, obschon man auch hie und da dafür die Bezeichnung „Haken" findet. Die beiden schaufelartigen Theile

l und l′ werden Paletten genannt; an denselben befinden sich bei a b und c d die Hebflächen der Hemmung. Mit der Welle d ist das Pendel in Verbindung, so daß sich dieselbe bei den Schwingungen des Pendels um einen dem Schwingungswinkel gleichen Winkel dreht. Dabei beschreibt ein jeder Punkt der Paletten z. B. jener b einen Bogen, welcher als Maß des Schwingungswinkels angesehen werden kann. Ist das Pendel und somit auch die Welle d in Ruhe, wirkt aber auf das Steigrad die Kraft des Bewegungsapparates, so hat der Anker eine solche Stellung, daß ein Steigradszahn sich gegen eine der Paletten legt, während der der andern Palette entgegenstehende Zahn sich noch um eine halbe Zahnweite bewegen müßte, um mit derselben in Berührung zu kommen.

Es liege z. B. der Zahn α an der Palette l, wobei die Palette l′ in dem Zahnschnitte γδ steht, und man elongire das Pendel nach links, so erhebt sich die Palette l, die Spitze des Zahnes α gleitet an der Fläche ab gegen b, und wird in demselben Momente frei als sie die Kante b der Palette l erreicht hat. Während dem aber diese Palette sich erhebt, senkt sich die Palette l′ immer tiefer in den Zahnschnitt γδ, und indem die Zahnspitze α an der Fläche a b gleitet und sich dabei fortbewegt, nähert sich auch die Zahnspitze δ der Fläche der Palette l′ und tritt mit ihr in dem Momente in Berührung, in welcher die Zahnspitze α frei wird. Den Bogen, welchen die Zahnspitze δ noch zurücklegen muß, um nach dem Freiwerden des Zahnes α mit der Palette l′ in Berührung zu kommen, nennt man den Fall der Hemmung. Je größer derselbe ist, einen desto stärkeren Stoß übt der an die Palette anfallende Zahn aus, und umgekehrt. Läßt man nach geschehener Elongirung das Pendel frei, so schwingt es gegen seine Ruhelage zurück und erlangt nach und nach die entgegengesetzte Elongation. Dabei erhebt sich die Palette l′, die Zahnspitze δ gleitet an der aufwärtssteigenden Fläche d c bis an die Kante c und wird hier ausgelassen; während dem geht aber die Palette l abwärts, tritt in den Zahnschnit αβ, und hält in demselben Augenblick den Zahn β auf, als bei dem Freiwerden des Zahnes δ das Hemmungsrad vorlaufen will. Es ist ersichtlich, daß bei der Elongation des Pendels nach rechts die Zahnspitze β auf der Hebungsfläche a b weiter gegen a rückt, als wenn

der Anker sich in der Ruhelage befindet, indem bei der Rückkehr des Pendels in der Ruhelage die Zahnspitze β auf der genannten Fläche einen gewissen Weg zurücklegen muß. Eine ähnliche Bemerkung gilt auch von der Hebfläche c d.

Die Art und Weise wie das Pendel bei dieser Hemmung den nöthigen Ersatz an bewegender Kraft erhält, bedarf keiner weitläufigen Erklärung. Indem das Pendel seine größte Elongation nach rechts oder links erreicht hat, und im Begriffe ist, gegen die Ruhelage zurück zu kehren, liegt jedesmal ein Steigradszahn an jener Palette des Ankers, welche dem Pendel gleichsam vorangeht. Dieser drückt nun beinahe während der ganzen folgenden Schwingung des Pendels gegen die ausweichende Palette, und ertheilt sonach dem Pendel die nöthige Beschleunigung, womit also bei jeder einzelnen Schwingung die Bewegungswiderstände überwunden und die Elongationen von gleicher Größe erhalten werden, wenn anders die bewegende Kraft des Hemmungsrades von stets gleicher Wirkung ist.

Daß diese Hemmung eine rückfallende sei, läßt sich aus der Form und Stellung der Paletten gegen die Steigradszähne, näher aber aus der Wechselwirkung erkennen, welche Anker und Rad gegen einander ausüben. Faßt man die ebene Hebungsfläche a b der Palette l ins Auge, so bemerkt man sogleich, daß beim weitern Niedergehen des Ankerarmes d l die Spitze des Zahnes α zurück gedrückt werden muß. Dasselbe wird auch bei der etwas gekrümmten Hebfläche c d der Palette l′ stattfinden, wenn diese im Niedergange begriffen, von einem Zahne, z. B. δ berührt wird. Ist also der Schwingungswinkel des Pendels (der doppelte Elongationswinkel) nur um etwas Weniges größer als der Hebungswinkel, so hat dasselbe seine größte Elongation noch nicht erreicht, wenn die vorangehende Palette den ihr folgenden Steigradszahn ausläßt, also bereits ein anderer Zahn an die niedersteigende Palette anstößt. Diese muß somit eine rückgängige Bewegung des Steigrades verursachen, welche um so größer ausfällt, je größer das Bewegungsmoment des Pendels gegen jenes des Steigrads ist. Aber auch hier kann bei einer bestimmten Kraft des Steigrades der Schwingungswinkel des Pendels nur eine gewisse Größe erreichen, weil der durch den Anker zurückgedrängte

Steigradszahn den Ausschwung des Pendels zu beschränken sucht, und indem er mit gleicher Kraft wirkt, während das Bewegungsmoment des Pendels immer kleiner wird, je mehr es sich seiner größten Elongation nähert, mit demselben einmal ins Gleichgewicht treten muß. Rücksichtlich des Erfolges für die Größe und Dauer der Schwingungen bei Vergrößerung oder Verkleinerung der Kraft des Steigrads gilt dasselbe, was bereits bei der Spindelhemmung in dieser Beziehung angeführt worden ist. Nur treten bei der Ankerhemmung die nachtheiligen Wirkungen einer etwas zu großen Steigradskraft auf die Bewegungen des Pendels weniger hervor, weil dieses bei bedeutenderem Gewichte und kleinerem Schwingungsbogen, als Pendel bei der Spindelhemmung, nicht so leicht eine Störung durch das Steigrad erleiden kann, zumal es bei einer zweckmäßigen Aufhängungsart nur einen geringen Ersatz an bewegender Kraft bedarf, daher das Steigrad kein so großes Bewegungsmoment als bei der Spindelhemmung erhält. Wegen der größern Regelmäßigkeit, welche Uhren mit der Ankerhemmung gegen jene mit dem Spindelgange zeigten, kam die Ankerhemmung bald nach ihrer Erfindung in großes Ansehen, und hat sich ungeachtet der seit jener Zeit bekannt gewordenen bessern Hemmungseinrichtungen bis zur Gegenwart erhalten.

Die rückfallende Ankerhemmung eignet sich in soferne für Uhren verschiedener Qualität, als sie leicht ausführbar ist und größere oder kleinere Schwingungswinkel zuläßt. Für einen kleineren Schwingungswinkel umfaßt der Anker eine größere Anzahl von Zähnen (jedoch selten mehr als $\frac{1}{7}$ des Radumfanges) und seine Welle d ist von der Welle des Steigrades im Verhältnisse weiter entfernt, als wenn die Hemmung für einen größeren Schwingungswinkel eingerichtet ist, wobei der Anker auch nur eine kleine Anzahl von Zähnen (etwa 3 bis 4) zwischen den innern Flächen der Paletten begreift. Die gesammte Anzahl der Steigradszähne beträgt gewöhnlich 30, selten unter 28 oder über 32. Eine Ankerhemmung mit ziemlich großen Elongationswinkel, wie sie in den sogenannten Stockuhren vorkommt, ist in Fig. 29 dargestellt. Das Steigrad lauft in der Richtung des beigesetzten Pfeiles um. Die Form seiner Zähne ist ohne weiterer Beschreibung aus der Zeichnung erkenntlich. Der auf der

Welle d sitzende Anker l l′ weicht zwar in seiner Form, nicht aber in der Wesenheit von dem vorher beschriebenen Anker ab, welches daher kommt, daß er nur drei Zähne des Steigrades A umfaßt. Wird durch die Elongation des Pendels eine der beiden Paletten, z. B. jene l so weit gehoben, daß der ihr nachfolgende Zahn $\alpha$ eben im Begriffe ist die Kante b der Palette zu verlassen, so ist die andere Palette l′ in den Zahnschnitt $\gamma\delta$ getreten und der Zahn $\delta$ fällt in dem Momente an die Hebungsfläche c d an, in welchem der Zahn $\alpha$ die Fläche a b verläßt. Beim Zurückschwingen des Pendels erhebt sich die Palette l′, es entweicht der anliegende Zahn $\gamma$ und an die niedergegangene Palette l stößt der Zahn $\beta$ u. s. w. Die beiden ebenen Hebflächen a b und c d verursachen einen Rückgang des Steigrades, welcher bei dem ziemlich leichten Pendel und der veränderlichen Kraft des Steigrades merkliche Veränderungen erleidet. Meist gibt man aber der Palette l′ eine solche Krümmung, bei welcher das Rad, wenn es von dieser Palette gehemmt wird, wenig zurückfällt. Fig. 30 zeigt die rückfallende Ankerhemmung einer gemeinen (sogenannten Schwarzwälder) Pendeluhr. Der Anker l d l′ umfaßt 4 Zähne des Steigrades A, er besteht aus einer gehärteten Stahlplatte, deren Enden in die Paletten l und l′ abgebogen sind. Das Spiel der Hemmung ist von jenem der eben beschriebenen nicht verschieden.

Was die Construction dieser Hemmung anbelangt, so gründet sich dieselbe auf folgende einfache Regeln.

Nachdem das Hemmungsrad, dessen Zahnanzahl meist durch anderweitige Bedingungen bestimmt wird, in seiner natürlichen Größe verzeichnet ist, bemerkt man die Größe des Bogens, welcher von den Paletten umfaßt werden soll. Derselbe fällt größer oder kleiner aus, je nachdem man einen kleineren oder größeren Elongationswinkel beabsichtiget. Man nimmt ihn auf dem Kreise, welcher durch die Zahnspitzen geht, setzt aber in jedem Falle seinen Anfang auf eine Zahnspitze, während dann sein Ende auf die Mitte einer Zahnweite fällt. Sei dieser Bogen in Fig. 28 $\alpha$ n wobei $\alpha$ die Stelle einer Zahnspitze und n die Mitte der Zahnweite $\gamma\delta$ bezeichnet. Zieht man die Radien C$\alpha$ und C$\delta$, und errichtet auf dieselben in $\alpha$ und $\delta$ die Senkrechten $\alpha$d und

δ d, so gibt ihr Durchschnitt d die Axe der Ankerwelle. Nun verzeichnet man die Gerade g d, welche mit f d (die Verlängerung von α d) den Hebungswinkel einschließt, und durchschneide sie mit dem aus d als Mittelpunkt beschriebenen Bogen o b, wobei c den Mittelpunkt des Bogens α ε darstellt, so erhält man den Punkt b, welcher die Kante der Palette l ist. Da der Anker in der Lage erscheinen soll, in welcher das Pendel nach rechts elongirt ist, also der Steigradszahn α an der Palette liegt, so ist auch α ein Punkt der Hebfläche, deren Lage somit bestimmt ist. An die Gerade d δ oder d h ziehe man die Gerade i d, so daß der Winkel h d i = f d g, und beschreibe mit d n aus d einen Kreisbogen, welcher d i in d′ trifft, so ist dieser Punkt ein Punkt der Hebfläche c d′. Schneidet man mit dem aus d beschriebenen Bogen vom Radius d c die Gerade d h, so ist der Durchschnitt c abermals ein Punkt der eben genannten Hebfläche, welche meist etwas gekrümmt wird. Zugleich begränzt dieser Bogen die Palette l′ nach einwärts. Wegen des Rückfalles der Hemmung muß die Hebfläche b α gegen a und jene c d′ gegen k zu etwas verlängert werden. Um den Anker conzentrisch mit dem Steigrade zu krümmen, zieht man zuerst d e so, daß der Winkel C d e = $\frac{1}{2}$ f d g, macht d e = d C und beschreibt nun mit dem Radius e p den inneren mit jenen e q den äußeren Bogen des Ankers, wobei man zur Gewinnung des nöthigen Spielraumes zwischen Rad und Anker den Radius e p hinreichend lang nimmt. Die weitere Begrenzung der Paletten l und l′ ist aus der Zeichnung ersichtlich, und kann nach Belieben verändert werden, nur darf hierdurch dem leichten Ein- und Austritt der Paletten in die Zahnschnitte und aus denselben kein Hinderniß erwachsen.

Anmerkung. Die hier beschriebene sorgfältigere Construction des Ankers der rückfallenden Ankerhemmung findet nur in dem Falle statt, als man einen kleinen Elongationswinkel etwa von 2° hervorbringen, und ein längeres Pendel etwa ein Sekundenpendel anwenden will. Bei größeren Ausschlagswinkeln und kürzeren Pendeln wie bei Stockuhren, wo der Elongationswinkel 8—10°, oder bei ordinären Uhren wie bei den Schwarzwäldern, wo bei einem ziemlich langen Pendel der Elongationswinkel 6 — 8° beträgt, begnügt man sich, wenn der Anker nur die richtige Ausdehnung hat und nahezu richtig in die Zähne des Steig-

rades eingreift. Bemerkenswerth ist übrigens noch bei den rückfallenden Hemmungen besserer Construction aus älterer Zeit die Erscheinung, daß das Pendel durch Verminderung der Zugkraft des Bewegungsapparates meist einen größeren Schwingungswinkel erhält, was übrigens aus dem über die Gegenwirkung des Regulators und des Hemmungsrades früher Angeführten leicht erklärlich ist und nur beweiset, daß man solche Uhren mit einem zu großen Ueberschuß an bewegender Kraft gehen ließ. Man kann oft das Gewicht auf die Hälfte herabsetzen, ohne befürchten zu müssen, daß die Uhr in einiger Zeit stehen bleiben werde; sie geht nach geschehener Berichtigung der Pendellänge, die in diesem Falle verkürzt werden muß, nur um so regelmäßiger weiter. Diese vielfältig gemachte Wahrnehmung schien hier deßwegen einer Erwähnung werth, weil sie den berühmten englischen Uhrmacher Graham zu der Erfindung der ruhenden Ankerhemmung führte.

30. Die ruhende Ankerhemmung oder Graham'sche Hemmung, auch der Graham'sche Gang genannt, ist in seiner ursprünglicher Gestalt in Fig. 31 abgebildet. An der Ankerwelle d, die zur Welle des Steigrades parallel gestellt ist, sitzt der Anker d m q n, dessen Arm d q mit dem bogenförmigen Theil m q n aus einem Stücke besteht. Die Enden des letzteren sind bei m und n abgebogen und bilden die Paletten l und l′, welche nach abwärts (im Querschnitte) bei m c und b n, so wie nach aufwärts bei d′o und a p von Kreisbögen begrenzt sind, deren gemeinschaftlicher Mittelpunkt in d liegt. Endlich stellen a b und c d′ die Hebungsflächen des Ankers vor. Das Steigrad A hat 30 Zähne von eigenthümlicher Form, deren Vorderflächen nach der von dem Pfeile angedeuteten Richtung der Bewegung sich etwas neigen, und deren nach rückwärts abfallende krummlinige Begränzung in soferne von Wesenheit ist, als sie bei einer größeren Zahnbreite den Eintritt der Paletten in die Zahnschnitte möglich macht. Französische Uhrmacher geben dem Steigrade die Form wie in Fig. 32, behalten aber die Gestalt des Ankers in Fig. 31 bei. In Deutschland hat man aber auch diese abgeändert, und macht den Anker meistens so, wie ihn Fig. 32 darstellt. Bei näherer Betrachtung der Wirkung dieser Hemmung wird sich aber ergeben, daß durch die angedeutete Aenderung der Form des

Ankers und der Steigradszähne in der Wesenheit der Hemmung keine Veränderung herbeigeführt ist.

Das Spiel der Hemmung ist nun folgendes. Ist Fig. 31 das Pendel und mit ihm der Anker in der Ruhelage, so stehen beide Paletten l und l′ in den Zähnen des Steigrades, wobei, wenn das Steigrad von dem Bewegungsapparat einen Zug erleidet, einer der Zähne gegen die ihn im Wege stehende Palette drückt. Sei dieser der Zahn α, welcher mit der Palette l′ in Berührung ist, so wird seine Spitze in der Mitte der Hebungsfläche c d′ stehen. Die andere Palette l wird zwischen den Zähnen γ und δ ruhen, wobei ihre untere Kante b die Höhlung des Zahnes δ fast berührt, während der Zahn γ von a noch etwas weniger als eine halbe Zahnweite entfernt ist. Wird nun das Pendel nach links elongirt, sonach auch die Palette l′ nach dieser Richtung bewegt, so gleitet die Spitze des Zahnes α auf die Hebungsfläche c d′ gegen d′, und ist im Begriffe dieselbe zu verlassen, wenn die Kante d′ in den durch die äußeren Zahnspitzen des Rades gezogenen Kreis gelangt. Dabei rückt aber auch der Zahn δ weiter, gestattet sonach der Palette l den ungehinderten Eintritt in den Zahnschnitt γ δ, wobei sich aber die Spitze des Zahnes γ immer mehr und mehr der Fläche a r nähert. In dem Momente, in welchem die Zahnspitze α die Hebfläche c d′ verläßt, berührt die Zahnspitze γ die Fläche a r, und zwar beinahe an der Kante a. Das nach geschehener Elongation sich selbst überlassene Pendel schwingt nun nach rechts, mithin erhebt sich die Palette l und jene l′ steigt nieder. Es gleitet sonach die Zahnspitze γ über die Hebungsfläche a b, wobei sie zugleich die Bewegung des Ankerarmes d q n, und somit auch jene des Pendels beschleuniget, und indem sie diese Fläche verläßt, ist die Palette l′ in den Zahnschnitt α ε eingetreten, um den gegen sie anrückenden Zahn ε aufzuhalten, dessen Spitze sich an die Fläche m c in der Nähe der Kante c anlegt. Schwingt das Pendel wieder nach links, so erhebt sich die Palette l′, die Zahnspitze ε gleitet über die ganze Hebungsfläche, c d′ beschleuniget hierbei das Pendel u. s. w. Stellt man sich nun aber vor, daß durch die Beschleunigung, die das Pendel bei jeder Schwingung erhält, der Schwingungswinkel nach und nach größer als der Hebungswinkel (f d g oder h d i)

werde, so muß der auf Beschleunigung wirkende Zahn die Palette früher verlassen, als die Schwingung zu Ende ist, mithin ein anderer Zahn die niedersteigende Palette früher berühren, als diese ihren Weg vollendet hat. Es schwinge z. B. das Pendel noch weiter nach rechts, nachdem schon die Zahnspitze α an die Palettenfläche c m, und zwar sehr nahe bei c angerückt ist. Die Folge wird sein, daß die Fläche m c an der Spitze des Zahnes α weiter einwärts gleitet, ohne den Zahn zurückzudrängen, indem jeder Punkt des Bogens c m von dem Drehungspunkte d′ als Mittelpunkt dieses Bogens gleich absteht, sonach in dem Momente, als er an α vorübergeht, keine andere Wirkung hervorbringt, als wenn der Punkt c mit der Zahnspitze α in Berührung geblieben wäre. Ganz dasselbe findet statt, wenn bei der entgegengesetzten Schwingung des Pendels die Palette l noch weiter in den Zahnschnitt γ δ eindringt, nachdem sich bereits die Spitze des Zahnes γ an der Fläche a r angelegt hat, indem auch der Bogen a r aus dem Drehungspunkte d als aus seinem Mittelpunkte beschrieben, in allen seinen Punkten von d gleich weit absteht, somit an der Zahnspitze γ schleifend, dem Steigrade keinerlei Bewegung mittheilen kann. Die Flächen c m und a r werden die Ruheflächen oder Ruhen genannt, indem ihre Form die Ruhe des Steigrades bedingt, während sie an den Zahnspitzen desselben schleifen.

Das eben Angeführte läßt sich kurz mit folgenden Worten zusammenfassen. Wird bei der ruhenden Ankerhemmung das Pendel in Bewegung gesetzt, nachdem auch das Steigrad von dem Bewegungsapparate die erforderliche Kraft erhält, so muß, damit eine Drehung des Rades eintrete, der Schwingungswinkel wenigstens so groß als der Hebungswinkel werden. Da das Steigrad die Schwingungen des Pendels bloß beschleuniget, nicht aber auch wie bei der rückfallenden Hemmung, verzögert (wenn vorläufig von der Reibung an den Ruhen abgesehen wird), so muß bei hinreichender Kraft des Steigrades der Schwingungswinkel nach und nach zunehmen, bis er eine gewisse Größe erreicht hat, bei welchen die von dem Steigrade ausgehende beschleunigende Kraft mit den Bewegungshindernissen des Pendels ins Gleichgewicht tritt, also gerade hinreicht, um den Schwin-

gungspunkt bei jeder Elongation auf eine bestimmte Höhe zu erheben. Würde sich nun die Kraft des Steigrades (etwa durch eine Veränderung im Zuge des Bewegungsapparates oder durch veränderte Reibung im Räderwerke) um etwas Weniges vermehren oder vermindern, so müßte auch die von demselben auf das Pendel ausgeübte Beschleunigung, die während des Falles der Zahnspitzen über die Hebungsflächen bewirkt wird, eine andere und somit auch der Schwingungsbogen größer oder kleiner werden. Die ruhende Hemmung vermag also nicht die Unregelmäßigkeiten der bewegenden Kraft zu berichtigen, wie von einigen in der Uhrmacherei selbst erfahrenen Schriftstellern behauptet wird. In wie ferne aber diese Unregelmäßigkeiten bei sorgfältig ausgeführten und mit Sachkenntniß behandelten Uhren immer nur unbedeutend sind, und meist von den in Folge der Verdichtung des Schmiermittels an den Reibungsflächen vermehrten Bewegungswiederständen herrühren, welche aber bei einer in Stand gesetzten Uhr erst nach und nach eintreten, endlich die bei dieser Hemmung angewendteen langen und schweren um ihre Drehungsaxe aber äußerst leicht beweglichen Pendel eine kleine Veränderung in der beschleunigenden Kraft des Steigrades erst nur nach längerer Zeit verspüren, so zeigt diese Hemmung bei richtiger Ausführung eine bewunderungswürdige Gleichmäßigkeit im Gange und wird daher mit Recht allen früheren, und selbst den meisten neueren als Verbesserungen angepriesenen Hemmungen vorgezogen. Auch die ruhende Ankerhemmung läßt einen größeren oder kleineren Elongationswinkel zu, je nachdem die Paletten weniger oder mehr Zähne des Steigrades übergreifen, und die Ankerwelle eine kleinere oder größere Entfernung von der Steigradswelle hat. Derselbe ist aber in soferne in gewisse Gränzen eingeschlossen, als der Anker sich nicht wohl über die Hälfte des Steigrades erstrecken, aber auch nicht weniger als 3 Zähne fassen kann, ferner die Größe des Ausschlages des Pendels bei bestimmter Ankerweite auch noch von der absoluten Größe des Steigrades und von der Anzahl seiner Zähne abhängt.

Ist das Steigrad nach seiner Größe und der Anzahl seiner Zähne als gegeben anzusehen und verzeichnet, so bestimmt man mit Rücksicht auf den beabsichtigten Ausschlagswinkel die Anzahl der Zähne,

welche die Ankerpaletten umfassen sollen. Je nachdem diese Anzahl eine ungerade oder gerade ist, wird der zwischen den Spitzen der beiden den Paletten l und l′ von außen nächststehenden Zähnen gelegene Bogen von einer Zahnspitze oder dem Mittelpunkt einer Zahnweite halbirt. In Fig. 31 liegen zwischen den beiden Paletten eilf Zähne, mithin wird der Bogen zwischen den Spitzen $\alpha$ und $\delta$ von einer Zahnspitze m halbirt. Ferners sind $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$ die beiden Zahnschnitte, in welche bei dieser Stellung des Steigrades die beiden Paletten eingreifen sollen. Um die Lage der Ankerwelle zu finden, halbire man die Bogen $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$ in t und s und ziehe durch $\alpha$ t und $\delta$ s die beiden Sehnen, welche sich verlängert in dem Punkte d durchschneiden. Dieser ist die Axe der Ankerwelle. Hat das Steigrad wie gewöhnlich nur einen kleinen Durchmesser und 30 Zähne, so treten bei dieser Methode, den Punkt d zu suchen, wegen der geringen Distanz der Richtpunkte der zu ziehenden Geraden leicht Unsicherheiten ein. Man bestimmt zweckmäßiger den Mittelpunkt der Bogen $\alpha$ t und $\delta$ s, und construirt an den durch die Zahnspitzen gehenden Kreis zwei Tangenten deren Berührungspunkte eben jene beiden Mittelpunkte sind; der Durchschnitt bei der Tangenten wird ebenfalls den Punkt d geben, welcher noch dazu in der Verlängerung von Cm liegen muß. Nun verzeichnet man zu d$\alpha$ und d$\delta$ die Geraden dh und dg, so daß der Winkel $\alpha$dh oder idh $=$ $\delta$dg oder fdg dem Hebungswinkel entspricht. Die aus d mit den Radien d$\alpha$ und d$\delta$ beschriebenen Bogen $\alpha$m und $\delta$r geben die Ruhen, so wie die aus demselben Mittelpunkte mit den Radien dt und ds beschriebenen Bogen to und $\delta$n die entgegengesetzte Begränzung der Paletten und ihre Breite (gleich der halben Zahnweite) bestimmen. Verbindet man die Durchschnittspunkte der Bogen m$\alpha$ und ot, dann sr und $\delta$n beziehungsweise mit den Schenkeln id, hd, gd und fd, so erhält man die Geraden cd′ und ab, welche die Lage der Hebungsflächen geben. Um noch die Krümmung des Ankerbogens mn zu erhalten, welche in der Ruhelage mit der Peripherie des Steigrades conzentrisch sein soll, so bemerke man, daß die Paletten in der Stellung gezeichnet sind, in welchen sie sich befinden, wenn der Anker um den ganzen Hebungswinkel nach rechts elongirt ist. Mithin weicht die

Axe des Armes d q um den halben Hebungswinkel ab. Zieht man also die Gerade d e, so daß sie mit dC den halben Hebungswinkel einschließt, macht d e = dC, so ist e der Mittelpunkt, aus welchem man mit der Zirkelöffnung ep und eq, welche sich aus dem zwischen Rad und Anker nöthigen Spielraum und mit Rücksicht auf die Lage der Paletten und die Höhe des Ankerbogens leicht ergeben, die Bögen mn und opr beschreibt, wodurch auch die Bögen cm, d'o, ar und br ihre bestimmte Länge nach außen erhalten. Die Begrenzung des Armes d q bedarf keiner Erklärung.

Ganz nach derselben Regel ist die Construction des Ankers in Fig. 32 ausgeführt, nur daß hier 7 Zähne des Steigrades zwischen den Paletten liegen, wodurch bei der gleichen Größe und Zähnezahl desselben ein größerer Elongationswinkel entsteht, und die Ankerarme eine abweichende Gestalt haben. Die Begränzung derselben, soweit sie nicht schon in der vorigen Construction angegeben wurde, dürfte aus der Zeichnung verständlich sein, wobei nur bemerkt wird, daß die Gerade d e, welche mit jener dC den Winkel C d e von der Größe des halben Hebungswinkels einschließt, aus dem Grunde verzeichnet wird, um die Ankerarme gegen dieselbe symmetrisch zu stellen. Um übrigens die für Fig. 31 angegebenen Constructionsregeln, soweit dieß nach der Natur der Sache thunlich, auch auf Fig. 32 anwenden zu können, ist in beiden eine gleiche Bezeichnung gebraucht worden.

Fig. 33 stellt eine ruhende Ankerhemmung mit einem möglichst großen Elongationswinkel vor, wie sie mitunter in französischen Stockuhren angewendet wird. Auch diese dürfte nachdem was über die Einrichtung und Ausführung der ruhenden Ankerhemmung für Pendeluhren bereits aus einandergesetzt wurde, aus der Zeichnung hinreichend begreiflich erscheinen.

Anmerkung. Zur Zeit als man noch für die eingebildeten Vorzüge der rückfallenden Ankerhemmung eingenommen war, die zweckmäßigere Einrichtung des Graham'schen Ankers aber nicht läugnen konnte, suchte man beide mit einander zu vereinigen, und gab daher dem Graham'schen Anker wenigstens für größere Schwingungswinkel eine Form, wodurch ebenfalls eine rückfallende Hemmung zum Vorschein kam. Mit der Lösung dieser Aufgabe beschäftigten sich mehrere ausgezeichnete französische Uhrmacher, wie

Ferdinand Berthoud, Julien le Roy, Saurin und Enderlin, wobei das Hauptaugenmerk die Gewinnung einer isochronen Hemmung war. Janvier und Magnier geben in ihrem Handbuche der Uhrmacherkunst (deutsche Uebersetzung Quedlinburg und Leipzig 1851) folgende Construction als die beste an. Der ganz nach der oben gegebenen Regel für einen großen Ausschlagswinkel construirte Anker m n b c Fig. 34 erhält statt der Ruhen a r und c m anders gekrümmte Flächen c p und a q, welche man folgender Maßen verzeichnet. Das Stück a s der Geraden d g, welches nach der gewöhnlichen Construction der Breite der Palette oder der halben Zahnweite des Steigrades A entspricht, wird von a aus auf den Ruhebogen a r dreimal aufgetragen. Sei das Ende dieses Stückes beim dritten Auftragen r. Diesen Punkt verbindet man mit d und schneidet auf der Geraden r d das Stück r 4 = a s ab. Aus den Punkten a und 4 beschreibt man mit dem Radius a d zwei Kreisbögen, welche sich in t schneiden. Dieser Punkt ist das Centrum des mit dem Radius a t zu beschreibenden Bogens a q, welcher die statt der Ruhe a r dem Anker zu gebende Fläche darstellt. Aehnlich ist die Construction zur Gewinnung des Bogens c p. Man zieht nämlich die Gerade c d, und erhält dadurch die Ankerbreite c u, welche man auf den Ruhebogen c m dreimal aufträgt. Durch den dritten Endpunkt dieses Stückes 3 zieht man die Gerade d 3 und schneidet von ihrer Verlängerung p 3 = c u ab. Aus c und p beschreibt man mit dem Radius c d zwei Kreisbögen, welche sich in v schneiden, und aus diesem Punkte mit demselben Radius endlich den Bogen c p, welcher die statt der Ruhe c m dem Anker zu gebende Begrenzung bildet.

31. Bei der ruhenden Ankerhemmung so wie bei rückfallenden Hemmungen erleidet die Ankerwelle bei der Einwirkung des Hemmungsrades auf die Paletten einen Druck oder Stoß in mehr oder weniger entgegengesetzter Richtung, wodurch bei erfolgter Abnützung der Lager und Zapfen der Ankerwelle oder bei einem ursprünglichen Spielraume derselben eine Unregelmäßigkeit in der Bewegung der Paletten und sonach im ganzen Spiele der Hemmung eintritt. Dieses scheint zu dem Versuche Veranlassung gegeben zu haben, die beiden Arme des Graham'schen Ankers auf

einer Seite des Steigrades anzubringen um den Druck auf die Ankerwelle nach einer Richtung hin statt finden zu lassen. Hierdurch wurde man zur Erfindung des Stiftenganges geführt, welcher, obschon nach seiner Form von der Graham'schen Ankerhemmung merklich verschieden, dem Wesen nach doch mit ihr übereinstimmt, und sonach nur als eine Abart derselben anzusehen ist. Als Erfinder der Stiftenhemmung wird ein Uhrmacher Namens Amant angegeben; wesentlich wurde dieselbe aber von Lepaute verbessert und für einen ausgedehnteren Gebrauch bei größeren Pendeluhren geeignet gemacht.

In Fig. 35 ist die Stiftenhemmung wie sie von Lepaute angegeben wurde, dargestellt. Das Steigrad A trägt auf jeder Seite seines ebenen unverzahnten Radkranzes eine gleiche Anzahl von einander gleichweit abstehenden, auf die Ebene des Radkranzes senkrechten Stifte, deren Axen in zwei verschiedenen Peripherien liegen, und welche so gestellt sind, daß in der Mitte zweier auf einander folgender Stifte der einen Seite, ein Stift auf der andern Seite angebracht ist. In der vorliegenden Zeichnung ist das Steigrad so gewählt, daß auf jeder Seite 30 Stifte im Ganzen also 60 Stifte vorhanden sind, wovon die auf der vordern Radfläche, zu denen $\alpha$, $\beta$, $\gamma$.. gehören, in den kleinen Kreise stehen sollen. Auf der Ankerwelle d sind die zwei ganz gleichen Ankerarme d n b und d m d' befestiget, von denen der erstere über die vordere, der letztere über die rückwärtige Radfläche gestellt erscheint, so daß ein Theil der Palette l', welche dem rückwärtigen Ankerarm angehört, durch das Rad bedeckt wird.

Die Palette l hat in a b ihre Hebungsfläche, in a r die Ruhe, welcher Bogen mit dem Radius d a aus dem Mittelpunkte d beschrieben ist. Der Winkel a d b stellt den Hebungswinkel vor. Die Breite der Palette l und l' ist dem halben Abstande zweier aufeinanderfolgender Stifte derselben Seite gleich. Die Palette l' ist ganz übereinstimmend mit der Palette l construirt.

In der Ruhelage des Pendels ist der Anker (die Scheere) so gestellt, daß der Punkt a der Hebfläche a b oder der Punkt c der rückwärtigen Hebfläche c d' in der Peripherie jenes Kreises liegt, welcher die äußern Flächen der vorderen, und die inneren Flächen der rückwärtigen Stifte zugleich berührt. Wird nun

das Pendel nach rechts elongirt, und bewegt sich das Steigrad in der Richtung des Pfeiles, so gleitet der Stift α auf der Hebfläche ab abwärts, indem diese nach rechts austritt, aber auch die Palette l′ bewegt sich nach rechts und steht, in dem Momente als der Stift α frei wird, so tief zwischen zwei Stiften der hintern Radfläche, daß sie den gegen sie anrückenden Stift δ mit dem Bogenstücke co, und zwar sehr nahe an c auffängt. Das nun sich selbst überlassene Pendel schwingt nach links, wobei auch die beiden Paletten l und l′ nach links sich bewegen. Der Stift δ gleitet an der Hebungsfläche cd′ abwärts und der vordere Stift β legt sich an die Fläche ar, auf welcher er so lange verweilt, bis das Pendel wieder nach rechts schwingt, wo er dann über die Fläche ab abgleitet, während ein Stift ε auf die Palette l′ fällt. Fängt das Pendel an, Schwingungsbogen zu machen, welche größer als der Hebungswinkel sind, so werden die Bögen ar und co an dem anliegenden Stift so weit vor- und rückwärts gleiten, um wie viel der Schwingungswinkel den Hebungswinkel übertrifft; weil aber die genannten Bogen mit gleichen Radien aus dem Drehungs-Mittelpunkt des Ankers beschrieben sind, so wird das Steigrad während dieser Bewegung in Ruhe bleiben. Die Stiftenhemmung gehört sonach zu den ruhenden Hemmungen. Daß der Anker, und das mit diesem in Verbindung stehende Pendel von dem Steigrade dadurch seine Beschleunigung erhält, daß die Stifte mit einem der Bewegungskraft des Steigrades adäquatem Drucke über die Hebungsflächen gleiten, bedarf wohl kaum einer Erwähnung.

Wären die Stifte des Steigrades cylindrisch, so müßte der von der Hebungsfläche, z. B. ab, abgleitende Stift noch um den Radius seines Querschnittes tiefer gehen, damit er die zurückkehrende Palette nicht an ihrem Eintritte in den Stiftenkreis hindere. Weil aber in dem Momente als dieser Stift z. B. α die Palette l verläßt — was eintritt, wenn die Verlängerung des Bogens bn durch die Axe des Stiftes geht, wo also die eine Hälfte desselben noch oberhalb dieses Bogens steht — ein anderer Stift δ an die Ruhe der Palette l′ angelangt sein soll, so könnte entweder der Stift α nicht mehr weiter, und würde sonach der rückkehrenden Palette l im Wege stehen, oder es müßte, um demselben ein Vorrücken um seinen Radius zu gestatten, der Stift δ beim Entwei-

chen des Stiftes $\alpha$ noch um seinen Radius von der Palette l′ abstehen, was aber einen Stoß auf dieselbe zur Folge hätte, welchen man seiner nachtheiligen Wirkung wegen vermeiden muß.

Diesem Uebelstande kann aber einfach dadurch abgeholfen werden, daß man die oberhalb b n oder d m liegende Hälfte des Stiftes abnimmt, zu welchem Zwecke man sich nach und nach jeden Stift des Rades in diese Lage gestellt, denken muß.

Was den Entwurf dieser Hemmung anbelangt, so ist sie bereits zum Theil in der Erklärung ihrer Einrichtung und Wirkungsweise enthalten. Ihrer Wichtigkeit wegen, und weil sie manche für die Praxis nicht unerhebliche Abänderungen zuläßt, sollen noch die Grundsätze ihrer Construction in Kürze zusammengefaßt werden. Soll die Stiftenhemmung die eben beschriebene Einrichtung erhalten, und ist die Größe und die Anzahl Zähne des Steigrades bereits fest gesetzt, so verzeichne man dasselbe in seiner natürlichen Größe und mit der richtigen Austheilung der Stifte. Durch den Mittelpunkt C des Rades und durch die Axe eines Stiftes m ziehe man eine Gerade C m′, welche die vertikale Richtung vorstellen soll. Nach der Größe des beabsichtigten Hebungswinkels nimmt man einen Stift $\alpha$, welcher von m′ mehr oder weniger nie aber über 90° entfernt ist, und zieht durch dessen Mitte eine Tangente an denjenigen Kreis, welcher mit dem Radius C $\alpha$ conzentrisch mit dem Radkranze beschrieben wurde. Ihr Schnitt mit der Geraden C m giebt die Axe d der Ankerwelle. Nun zeichne man den halben Stift $\alpha$, wobei die Halbirungslinie radial genommen wird, und eben so den nächstfolgenden halben Stift $\varepsilon$, und ziehe noch von d nach der äußern Kante von $\alpha$ die Gerade d $\alpha$. Construirt man ferners mit den Radien d $\varepsilon$ und d $\alpha$, letztere noch um den Halbmesser des Stiftes vermehrt, die Bögen m n und o r, so hat man die untere und obere Gränze der Paletten l und l′. Um die Hebungsflächen zu erhalten, zieht man an d $\alpha$ die Geraden d i und $\delta$ g, so daß $> \alpha$ d i $=$ $\alpha$ d g gleich dem Hebungswinkel wird. Verbindet man weiters den Durchschnitt der Geraden d $\alpha$ mit o r und jenen der Geraden d i mit m n, so erhält man die Hebungsfläche a b; eben so findet man durch die Verbindung des erst genannten Durchschnittes mit jenem des Bogens m n mit der Geraden d h die Lage der Hebfläche c d′. Die

Construction der Ankerarme dm und dn ist aus der Zeichnung klar. Eine Abänderung in der Einrichtung des Stiftenganges ist in Fig. 36 dargestellt. Das Steigrad A hat nur auf der Vorderseite eine bestimmte Anzahl von einander gleichweit abstehenden Stiften von der oben beschriebenen Form; in der Zeichnung sind ihrer 30 angenommen. Eben so liegen die beiden Ankerarme auf der Seite des Radkranzes, welche die Stiften trägt. Damit der Arm dn nicht an die oberen Stiften stößt, steht er hinreichend von dem Rade entfernt; die Palette l ist aber abgekröpft um an die Stiften zu gelangen. Die Zeichnung stellt die Hemmung in dem Momente dar, als der Stift $\alpha$ an der Hebfläche cd′ zu gleiten beginnt und die Palette l′ nach links drückt. Indem aber auch die Palette l dieser Bewegung folgt, so befindet sich in dem Momente als $\alpha$ cd verläßt, der Bogen ar so weit in dem Stiftenkreis, daß er den anrückenden Stift $\beta$ empfängt. Geht der Anker noch etwas weiter nach links, so schleift die Fläche ar, die Ruhe, an dem Stift $\beta$, wobei das Rad still steht, und eben so bei der darauffolgenden Bewegung des Ankers nach rechts, bis $\beta$ auf die Hebfläche ab gelangt, wobei dieser Stift den Anker nach rechts drückt, und dann diese Hebfläche verläßt. Dabei fällt er auf die Ruhe der Palette l′ welche ihn an der weiteren Bewegung so lange hindert, bis der Anker wieder nach links bewegt wird und der Stift $\beta$, nach dem er über die Hebfläche cd abgeglеitet ist, endlich frei wird. Mittlerweile ist wieder ein Stift $\gamma$ auf die Ruhe ar gelangt, mit welchem sich der eben angegebene Vorgang auf gleiche Weise wiederholt.

Der Unterschied dieser Einrichtung der Stiftenhemmung von jener Lepautes besteht vorzüglich darin, daß die halbe Anzahl der Stiften des Steigrades genügt, um das Pendel eben so viele Schwingungen machen zu lassen, als es bei der Anordnung der Lepautischen Hemmung bei der doppelten Anzahl Stifte macht. Was die Construction des Ankers anbelangt, so ist dieselbe analog mit der vorher beschriebenen. Die Axe der Ankerwelle d liegt in der durch C gehenden vertikalen Geraden Cd, und wird auf die bei der vorigen Construction angegebene Weise bestimmt, wobei man den Raum zwischen den Stiften $\alpha$ und $\varepsilon$ in welchen die Paletten bei der angenommenen Stellung des Steigrades eingreifen

sollen, nach der Größe des beabsichtigten Hebungswinkels in kleinerer oder größerer Entfernung von dem Scheitelstift m' des Rades wählt. Der aus dem Mittelpunkte d mit dem Radius d α (wobei α der Mittelpunkt des Zahnes α) beschriebene Bogen α n gibt die untere Begrenzung der Palette l. Vermehrt man d α um den Radius des Stiftes α, und beschreibt mit dieser Zirkelöffnung aus d als Mittelpunkt den Bogen c o, so stellt dieser die Ruhe der Palette l' vor. Die Breite der Paletten ist gleich der halben Stiftenweite vermindert um den Stiftenradius, wornach die Verzeichnung der Ruhe a r, der Palette l und des Bogens m d' als untere Begränzung der Palette l'; und eben so die Hebflächen a b und c d keiner weiteren Erklärung bedarf.

Eine Abänderung in der Stellung des Ankers ist dadurch möglich, und wird auch gegenwärtig meist in Anwendung gebracht, daß man die Gerade d α vertikal, also die Ankerwelle außer der Vertikalen C m stellt. Man erlangt dadurch den Vortheil, daß man ohne Veränderung des Hebungswinkels die Ankerarme kürzer, und somit auch den Gleitungsbogen auf den Ruhen kleiner machen kann, wodurch die Reibung bedeutend vermindert wird. Ferner hält sich auf den Paletten des vertikal gestellten Ankers das Oehl, welches zur Verminderung der Reibung zwischen Stiften und Anker angewendet werden muß, viel leichter und länger als bei schief gestelltem Anker, von welchem es zum Theil abtropft oder auf das Steigrad gelangt und dieses verunreinigt. Man hat auch den Anker der Stiftenhemmung so abgeändert, daß seine Hebungsflächen eine analoge Stellung mit jenem des Graham'schen Ankers erhalten. Von einer solchen war schon Encyklopädie, Bd. XI., S. 507 die Rede, und ist dieselbe auf Tabelle 252, Fig. 10 dargestellt. Diese Modification des Ankers dürfte aber schon aus der Ursache keinen Vorzug vor der gewöhnlichen Form verdienen, weil mit derselben jene nachtheiligen Wirkungen auf die Zapfen und Lager der Ankerwelle zum Vorschein kommen, welche zu beseitigen man zur Stiftenhemmung seine Zuflucht genommen hat.

32. Eine eigenthümliche ruhende Hemmung, welche besonders für Thurmuhren anwendbar sein möchte, ist in Fig. 37 in ihren wesentlichen Bestandtheilen ersichtlich gemacht. Das Steig-

rad A besitzt abgerundete in der Richtung seiner Bewegung, welche der Pfeil anzeigt, etwas eingezogene, auf der Stirnseite ziemlich dicke Zähne, die von einander durch kreisförmige Einschnitte getrennt sind. Die Zahnbreite ist in der halben Zahnhöhe nur etwas Weniges schmäler als der Zahnschnitt. Auf der Welle des Steigrades sitzt in einer kleinen Entfernung ein zweites Rad B, dessen gewöhnlich verzahnte Peripherie in ein Getriebe c eingreift, das an einer eigenen Welle angebracht ist. An derselben befindet sich der doppelarmige Hebel ef, dessen Ende bei f rechtwinklich umgebogen bis nahe an die Vorderfläche der Pendelstange P reicht, und eine Art von Zahn bildet, welcher in der Ruhelage des Pendels, und wenn das Stirnrad B auf das Getrieb c einen Zug ausübt, sich gegen die auf die Pendelfläche senkrecht angestellte stählerne (gehärtete und polirte) Platte m anlegt. Durch den Arm cf wird also das Steigrad in seinem Bestreben, sich umzudrehen, gehindert, derselbe kann daher Hemmungsarm, so wie der Zahn bei f Hemmstift genannt werden.

Außer der Platte m befindet sich an der Pendelstange noch eine zweite Platte n von geringerer Breite, und um so viel höher als m gestellt, daß der Hemmstift f im Erforderungsfalle zwischen beiden hindurch gehen kann. An der Pendelstange, welche mit dem Steigrade B in einerlei Ebene sich befindet, ist an der diesem Rade zugekehrten Seite eine Schiene ab mittelst der Schrauben bei a und s befestiget, welche in einem Ausschnitte die Rolle d trägt. Diese hat von dem Aufhängepunkt x des Pendels eine solche Entfernung, daß sie bei gehöriger Elongation desselben nach rechts in den Zahnschnitt $\alpha\beta$ eintreten kann. Würde in diesem Momente der Hemmstift f von den Platten m oder n losgelassen, könnte sich also das Getrieb c und folglich auch das Rad B und A drehen, so müßte der Zahn $\alpha$ gegen die Rolle d drücken, sonach das Pendel bei seinem Rückgange so lange beschleunigen, bis d aus dem Bereiche der Steigradszähne gelangt. In diesem Momente müßte aber das Steigrad wieder zum Stillstande gebracht werden, damit bei der folgenden Elongation des Pendels nach rechts die Hebungsrolle d in den nächsten Zahnschnitt $\alpha\gamma$ eintreten könnte, um bei ihrem Rückgange von dem Zahne $\gamma$ getrieben zu werden. Dieses zeitgemäße Vorlaufen und Stillstehen des

Steigrades A wird durch das Rad B, das Getrieb c, den Hemmungsarm cf, den Hemmstift f und die beiden Platten m und n bewerkstelliget. Elongirt das Pendel nach links, so schleift die Platte m an den Hemmstift f nach links und kehrt, ohne ihn zu verlassen, nach beendigter Schwingung nach rechts zurück. Kurz aber bevor das Pendel seine neue Schwingung nach rechts beendet hat, fällt der Hemmstift f von der Platte m gegen die Platte n ab, wobei er in Folge der an m angebrachten schiefen Abgleitungsfläche dem Pendel eine kleine Beschleunigung nach rechts ertheilt. Während dem der Hemmstift f abfällt, rückt das Getrieb c, sonach auch das Rad B und mit diesem auch der Zahn γ etwas vor, und legt sich dabei knapp an die in den Zahnschnitt αγ eingetretene Hebungsrolle d. Kehrt nun das Pendel von seiner größten Elongation nach rechts wieder gegen die Ruhelage zurück, so verläßt der Hemmstift f unverzüglich die kleine Ruhe auf der Platte n, der Hemmungsarm fc wird frei und das Getrieb c kann, da der Arm ce nicht bis an m reicht, einmal umlaufen, wobei das Verhältniß seiner Zähne gegen jene des Rades B von der Art gewählt ist, daß das Steigrad, während der Hemmstift eine ganze Peripherie beschreibt, um eine Zahnweite vorrückt. In Fig. 37 hat das Steigrad 15, das Getriebe c 8 Zähne. Damit nun bei einer Umdrehung des letztern das erstere um einen Zahn, d. i. um $1/_{15}$ seiner Peripherie vorlaufen könne, muß das Rad B, welches mit A gleichzeitig umlauft, auf den 15. Theil seiner Peripherie 8, im Ganzen also 120 Zähne erhalten. Die Schraube s dient nicht nur zur Befestigung des unteren Endes der Schiene ab, sondern auch zur Regelung der Stellung der Hebungsrolle d, mit dieser ändert sich auch der Elongationswinkel des Pendels, indem derselbe offenbar um so größer ausfallen muß, je entfernter bei der Ruhelage des Pendels diese Rolle von dem Steigrade ist. Nähme bei einer bestimmten Stellung der Rolle d in Folge der Beschleunigung durch das Steigrad der Elongationswinkel des Pendels zu, so würde die Rolle immer tiefer in den betreffenden Zahnschnitt eintreten, und endlich gegen dessen Grund stoßen, was eine Beschädigung der Hemmung zur Folge haben könnte. Würde aber der Elongationswinkel nach und nach abnehmen, so könnte es geschehen, daß die Hebungsrolle

endlich nicht mehr in den Zahnschnitt gelangte, und auch der Hemmstift nicht mehr frei würde, was ein Stehenbleiben der Uhr mit sich brächte. Es verlangt also diese Hemmung eine gewisse, nahezu konstante Kraft des Steigrades. Auf welche Weise diese bei Thurmuhren leicht erzielt werden kann, soll weiter unten angegeben werden. Es dürfte auch ohne ausdrücklicher Bemerkung bereits aufgefallen sein, daß sich das Spiel dieser Hemmung von jenem der vorhergehenden Hemmungen insbesondere dadurch unterscheidet, daß das Pendel den Hauptersatz des Verlustes an bewegender Kraft in dem Momente zu empfangen beginnt, als es seine vom Steigrade abgehende Schwingung anfängt, wobei aber die Einwirkung des Steigrades nur während des kleinern Hebungswinkels anhält. Denn die kleine Beschleunigung durch den Abfall des Hemmstiftes f über die schiefe Fläche von m ist kaum in Anschlag zu bringen, und unterstützt das Pendel fast nur im letzten Momente seines Ausschwunges nach rechts. Bei der weitern Bewegung desselben drückt bloß der Hemmstift f an die Ruhen, bei m und n aber mit einer bei weitem kleineren Kraft als dieses ein Steigradszahn thun würde*). Das Pendel erleidet also nach Empfang der nöthigen Beschleunigung während des größten Theiles seiner Schwingung beinahe gar keine störende Einwirkung durch das Steigrad. Es kann also fast ganz nach den Gesetzen seiner natürlichen Schwingungen sich bewegen, ein Vortheil, der bei keiner der vorhergehenden Hemmungen in diesem Grade zu erlangen ist. Es dürfte überflüssig sein, über die Construction dieser an sich einfachen, jedoch höchst sinnreichen Hemmung nähere Regeln anzugeben, da dieselben aus dem hierüber Angeführten leicht entnommen werden können**).

---

*) Ist r der Radius des Steigrades, R jener des Rades B, $\rho$ der Radius des Getriebes c, P der Hebelsarm des Hemmstiftes f, p die Kraft eines Steigradzahnes, so ist der Druck des Hemmstiftes $y = \frac{r\,\rho}{R\,.\,P} \cdot p$ oder mit Rücksicht auf die oben angegebene Verzahnung $y = \frac{r}{15.P} \cdot p$ für $r = P$ ist, $y = \frac{1}{15} p$.

**) Diese Hemmung war an einer von der Fabrik Robert zu Manchester in der großen Industrie-Ausstellung zu London im Jahre 1851 exponirten Thurmuhr ausgeführt.

33. In Fig. 37 a ist noch eine ruhende Hemmung dargestellt, welche bei kleinen Tischuhren mit sehr kurzem Pendel, etwa 1—2 Zoll lang, in Anwendung kommt. Das Steigrad A mit langen scharfen und in der Richtung seiner Bewegung stark geneigten Zähnen geht durch den Antrieb des Bewegungsapparates in jener Richtung um, welche der beigesetzte Pfeil anzeigt. Der hemmende Theil besteht aus der auf der Welle d eingeschobenen Rolle e, welche mit einem Theil ihres Umfanges in einen Zahnschnitt des Rades A dergestalt liegt, daß die Spitze des hinteren Zahnes die Rolle berührt, wenn der vordere Zahn dieselbe so eben verlassen hat. Mit der Welle d ist das Pendel unmittelbar verbunden, und gibt in seiner Ruhelage der Rolle e eine solche Stellung, daß die kleine Nuthe a vertikal abwärts steht. Elongirt man das Pendel nach rechts, so schleift die Rolle e an dem anliegenden Zahn, z. B. α so lange fort bis dessen Spitze in die Nuthe a einfällt. Das freigelassene Pendel schwingt nun nach links, in welcher Richtung es durch den Druck des Zahnes α beschleuniget wird, der an der links liegenden Fläche die Nuthe a angreift, über diese Fläche gleitet und sie in dem Momente verläßt, als ihre untere Gränze in den Kreis eintritt, welcher durch die Zahnspitzen geführt ist. In demselben Augenblicke fällt ein folgender Zahn β an der Rolle e an, und das Rad ist so lange gehemmt, bis die Nuthe mit der entgegengesetzten Pendelschwingung nach rechts gelangt, die Spitze des Zahnes β aufnimmt, und sie wieder nach links führt u. s. w. Sonach liegt die Hebfläche dieser Hemmung in der Nuthe a, und zwar nach der Zeichnung auf der linken Seite, während sich die Ruhe in der Regel, d. h. bei nicht zu großer Kraft des Steigrades über einen gewissen von a nach rechts liegenden Bogen des Rollenumfanges erstreckt. Es kann aber auch die an der Rolle anliegende Zahnspitze noch über einen Theil des Bogens a d schleifen, wenn nämlich das Pendel so weit elongirt, daß die Nuthe a an jener Zahnspitze vorübergeht, und dieselbe erst beim Rückgange aufnimmt, um sie nach links unter der Rolle durchzuführen. Diese Hemmung gestattet einen größeren oder kleineren Schwingungsbogen nach der Größe des Steigrades, der Anzahl seiner Zähne und dem Durchmesser und der Stellung der Hemmungsrolle gegen das Steigrad. Ein weiteres Eingehen

in diese an sich minder wichtige Hemmung, welche nach dem hemmenden Bestandtheil die Rollenhemmung genannt wird, scheint überflüssig zu sein.

34. Eine ruhende Hemmung für Taschenuhren ist die von dem englischen Uhrmacher Graham erfundene Cylinderhemmung. Fig. 38 stellt dieselbe perspectivisch dar. Das Steigrad A bei älteren Uhren von Messing und ziemlich massiv bei neueren aus feinem Stahle in allen seinen Theilen leicht und schmächtig ausgeführt, hat eigenthümliche in der Radebene keilförmig erscheinende Zähne, deren nach außen stehenden ebenen oder krummen Flächen wie *a a* in Fig. 39 und 40, wo dieselben in bedeutend größerem Maßstabe in der horizontalen Projection gezeichnet sind, die Hebflächen darstellen. Den Hemmungstheil bildet ein hohler Cylinder e g Fig. 38, welcher auf der zur Welle des Hemmungsrades parallelen Welle d aufgeschoben und an der Stelle, wo er mit den Zähnen des Hemmungsrades in Berührung tritt, so aufgeschnitten ist, daß beiläufig seine halbe Peripherie stehen bleibt, wie dieses sein Durchschnitt a c b in Fig. 39 und 40 zeigt, welcher in der Ebene des Zahnes *a* Fig. 38 geführt wurde. Der Theil der Welle d, welcher in die Oeffnung des Cylinders zu liegen käme, ist zur Gewinnung des freien Raumes in dieser Höhlung herausgeschnitten, oder um bestimmter zu sprechen, in das obere und untere Ende des hohlen Cylinders e g sind kurze, massive, stählerne Zylinder mit conzentrischen Zapfen eingesetzt, wodurch derselbe seine Drehungsaxe erhält. Der äußere Durchmesser des Cylinders e g entspricht der Zahnweite des Hemmungsrades, der innere hingegen der Länge der keilförmigen Zähne desselben, wobei letztere um die Differenz des äußeren und inneren Zylinderhalbmessers kleiner ausfällt als die Zahnweite. Gewöhnlich erhält der Cylinder in dem Zahnschnitte und jeder Zahn des Hemmungsrades in dem hohlen Cylinder einen kleinen Spielraum. Die Cylinderaxe muß gegen das Hemmungsrad so gestellt werden, daß sie mit dem Halbirungspunkte o der Länge der Hebfläche des Zahnes *a a* Fig. 39 oder Fig. 40 zusammenfällt. Die Schnittflächen a und b des Cylinders werden Lippen genannt; die bei a ist eben, springt aber nach einwärts von der radicalen Richtung etwas zurück, während jene bei b abgerundet ist. Da die Unruhe der Cylinderhemmung einen Schwingungsbogen von beiläufig

350° machen, also einen Elongationswinkel von nahe 175° haben soll, so muß man unterhalb der Zähne des Hemmrades von von der Wandung des Cylinders noch so viel hinwegnehmen als nothwendig ist, damit er beim Spiele der Hemmung, und wenn ein Zahn in seiner Höhlung steht, nicht an den Arm m des Zahnes anstoßen könne. In Fig. 38 ist dieser Ausschnitt unter a ersichtlich. Er ist aber auch, wie leicht begreiflich, auf der Seite der Lippe b nothwendig. Gewöhnlich verlangt man, daß der Regulator der Uhr ohne fremder Beihilfe in Thätigkeit komme, wenn der Bewegungsapparat in Wirksamkeit gesetzt ist. Es muß also der Cylinder, welcher die Welle der Unruhe bildet, deren Schwungrad auf dem Ansatze e f Fig. 38 befestiget ist, alsbald durch das Hemmungsrad in Bewegung versetzt werden, falls er sich in Ruhe befände, sobald letzteres den nöthigen Antrieb erhält. Zu diesem Zwecke muß der Cylinder in der Ruhelage des Regulators eine solche Stellung gegen den in seiner Höhlung befindlichen Zahn $\alpha$ Fig. 39 erhalten, daß dessen Spitze an die innere Kante der ebenen Lippe a zu stehen kommt. Wie diese von $\alpha$ einen Druck erleidet, so fangt sie an auszuweichen, die schiefe Fläche $\alpha\alpha$ geht unter ihr hindurch und dreht den Cylinder und somit die Unruhe in der Richtung a c. Indem nun aber der Zahn $\alpha$ aus dem Cylinder entweicht, rückt der Zahn $\beta$ vor und legt sich mit seiner Spitze an die äußere Cylinderfläche b c a. Schwingt die Unruhe wieder zurück, so bewegt sich der Cylinder in der Richtung von b nach c und es gelangt die Spitze des Zahnes $\beta$ unter die Lippe b. Durch das Vorrücken der schiefen Fläche $\beta\beta$ wird die Lippe b so lange gehoben und die Unruhe beschleuniget, bis der Zahn $\beta$ mit seiner Spitze an die innere Cylinderfläche stößt, und das Hemmungsrad in Ruhe gelangt. Wegen der Eigenschaft der Trägheit und der möglichst leichten Beweglichkeit schwingt die Unruhe, nachdem die Lippe b die Hebfläche $\beta\beta$ verlassen hat, noch weiter, wobei die innere Cylinderfläche an der Zahnspitze $\beta$ gleitet, und sonach eine Ruhe der Hemmung bildet. Ihre Ausdehnung ist um so größer, je größer der Elongationswinkel und je kleiner der Hebungswinkel des Regulators ist. Beträgt z. B. letzterer wie gewöhnlich 20°, ersterer aber 175°, so durchläuft die Zahnspitze $\beta$ auf der inneren Cylinderfläche einen

Bogen von 155°, oder es gleitet der innere Bogen des Querschnittes a c b Fig. 39 von a bis nahe an n über jene Zahnspitze. Tritt nun ein Zahn, z. B. $\alpha\alpha$, aus dem Innern des Cylinders und beschleunigt denselben durch Einwirkung auf die Lippe a, so liegt nach dem erfolgten Austritte die Spitze des nächstfolgenden, z. B. $\beta$, an der äußern Fläche bc des Cylinders, und gleitet an derselben in der Richtung von b nach c und wieder zurück, wenigstens so lange, als die Unruhe den halben Schwingungswinkel weniger den Hebungswinkel in der Richtung cb vollendet, und in entgegengesetzter Richtung denselben Winkel wieder zurücklegt. Bei einer Construction des Cylinders aber, wie sie in Fig. 39 dargestellt ist, und wobei der Bogen acb nahe 200° beträgt, dauert die vor- und rückwärtsgehende Gleitung auf der Fläche bc, welches die zweite Ruhe der Hemmung ist, durch den ganzen Elongationswinkel. Man sieht hieraus, daß bei den großen Bogen, welche die Zahnspitzen auf den Ruhen durchlaufen müssen, eine sehr schädliche Reibung entstehen würde, wenn der Cylinder nicht vollkommen hart und polirt, die Zahnspitzen ebenfalls hart und glatt, und die Bewegungswiderstände an den Reibungsflächen durch eine haltbare Schmiere möglichst vermindert wären.

Die Hebungsfläche an den Hemmradszähnen ist, wie die Fig. 39 und 40 zeigen, entweder eben oder nach außen convex (der concaven Fläche, welche von einigen Uhrmachern in Anwendung gebracht wurde, soll ihrer Seltenheit und wohl auch ihrer Unzweckmäßigkeit wegen hier nicht erwähnt werden). Beide Formen sind noch gegenwärtig im Gebrauche. Erstere rührt vom Erfinder dieser Hemmung her, letztere wurde zuerst von Alexander Cumming, einem englischen Uhrmacher, um das Jahr 1776 in Vorschlag gebracht.

Die Construction der Zähne des Hemmungsrades mit ebener Hebfläche ist in Kürze folgende. Zur möglichsten Verminderung der Reibung bei der Hebung des Cylinders läßt man die Richtung der Hebfläche mit der Tangente zusammenfallen, welche durch die Spitze des Zahnes als Berührungspunkt an denjenigen Kreis gezogen wird, welcher durch sämmtliche Zahnspitzen geführt ist. Er ist zugleich derjenige Kreis, in welchem die Aus-

theilung der Zähne vorgenommen wird (Theilriß). Sei ap Fig. 39 ein Bogen dieses Kreises und stelle zugleich eine Zahnbreite vor. Dabei mögen ax und py zwei Radien desselben bezeichnen. Man sieht, daß, weil ap die Basis des Zahnes und aα seine schiefe Fläche ist, das Dreieck aαp die Form desselben vorstelle. Wird aα, oder mit Rücksicht auf die Fleischdicke des hohlen Cylinders αα in o halbirt, so ist dieß der Mittelpunkt des Cylinders und zugleich die Stelle seiner Axe, so wie oα sein innerer Radius. Die Gerade αp stellt die Zahnhöhe vor. Zur Gewinnung des nöthigen Spielraumes für den Zylinder in den Zahnschnitten wird der Zahn an dem seiner Spitze entgegengesetzten Ende in Uebereinstimmung mit den Armen der Zähne kreisbogenförmig ausgerundet. Der Bogen bb′, welcher die Hebung des Cylinders durch die schiefe Zahnfläche darstellt, ist offenbar das Maß des Winkels bob′, oder wenn man von dem Spielraume zwischen Zahn und Cylinderfläche absieht, des Winkels αop. Dieser ist aber auch dem Winkel am Mittelpunkte des Hemmungsrades gleich, welcher von den zwei Radien ax und py gebildet wird. Nachdem die Anzahl Grade des letztern Winkels gefunden werden, wenn man 360 durch die doppelte Zahl der Zähne des Hemmungsrades dividirt, so ist ersichtlich, daß bei dem oben angenommenen Grundsatz der Construction des Zahnes die Größe des Hebungswinkels von der Anzahl Zähne des Steigrades abhängt. Soll nun der Hebungswinkel $20^0$ betragen, so muß $\frac{360}{2x} = 20$, oder $x = 9$; d. h. das Steigrad müßte 9 Zähne haben. Bei 12 Zähnen, wie in Fig. 38, wäre der Hebungswinkel nur $15^0$. Hiernach richtet sich nun auch der Bogen, welchen man dem Querschnitte des Cylinders geben will, vorausgesetzt, daß er die Einrichtung wie in Fig. 39 haben soll, bei welchen in dem Momente, als ein Zahn unter der einen Lippe hindurch ist, sonach entweder seine oder die Spitze eines anderen Zahnes auf eine Ruhe gelangt, die Lippe dieser Ruhe bereits einen Bogen zurückgelegt hat, welcher das Maß des Hebungswinkels ist. Bei einem Steigrad von 12 Zähnen hätte man sonach dem Cylinder eine Ausdehnung von $180^0 + 15^0$ zu geben, welche man aber mit Rücksicht des Erfordernisses für die beiden Lippen a und b bis auf $200^0$ vermehrt. Dieß ist die Construction, wie sie von

den älteren Uhrmachern, z. B. **Berthoud** und **Jürgensen** als zeitgemäß erachtet wurde. Neuere Uhrmacher wie J. **Wagner** der Jüngere in Paris geben dem Cylinderbogen a c b′ Fig. 39 nur 180°, wobei also das Stück b b′ entfällt, und der Cylinder nur von a bis b′ reicht. Die nächste Folge hiervon ist, daß, wenn die Unruhe in Ermanglung der bewegenden Kraft des Hemmungsrades stehen bleibt, immer ein Zahn des letzteren im Innern des Cylinders sich befindet und die Stellung einnimmt, in welcher der Zahn α α erscheint. Weiters wird dadurch die Reibung an den Ruhen etwas vermindert, weil beim Beginne der Hebung der einen Lippe die andere noch den ganzen Hebungswinkel durchlaufen muß, um vor die Spitze des anfallenden Zahnes zu gelangen. Um den diesem Winkel entsprechenden Bogen b b′ ist beim Rückschwunge der Unruhe der Weg kürzer, durch welchen die betreffende Zahnspitze auf der Ruhe gleitet. Freilich ist auch der Schwingungswinkel um diesen Bogen kleiner geworden, wie eine einfache Betrachtung der Stellungen des Cylinders bei zwei auf einander folgenden vollen Schwingungen der Unruhe zeigt.

Bei der Construction der krummen Hebfläche der Zähne des Hemmungsrades beobachtet man neuerdings wieder die von **Cumming** aufgestellte Regel, nach welcher man aus den Endpunkten der ebenen Hebfläche mit dem halben Radius des Theilrisses des Rades zwei Bögen beschreibt und aus dem Durchschnitte als Mittelpunkt den Bogen α α Fig. 39 verzeichnet. Etwas zusammengesetztere Methoden die convexen Hebflächen der Zähne des Hemmungsrades zu verzeichnen, wurden von J. **Wagner** in seiner Abhandlung über die einfachen Hemmungen im Bulletin de la société d'Encouragement 1847 angegeben. Vergl. auch vollständiges Handbuch der Uhrmacherkunst von E. **Schreiber**, Weimar 1848 p. 143 u. ff.

35. Als eine Abänderung der Cylinderhemmung ist die von dem französischen Uhrmacher **Lepine** erfundene sogenannte Kammhemmung anzusehen. Fig. 41 stellt dieselbe in perspectivischer Ansicht dar. Das Steigrad A hat viele Aehnlichkeit mit dem Hemmungsrad der Cylinderhemmung, mit dem Unterschiede daß die Zahnschnitte nicht halbkreisförmig wie bei letzterer, sondern so wie bei einem gewöhnlichen Sperrrade geformt sind. An den abgerundeten En-

den der oberen Zähne wie a, b, c ... erheben sich senkrecht gegen die Radfläche halb zylindrische Zapfen $a\alpha$, $b\beta$, $c\gamma$... welche bei den Vorrichtungen der Hemmung thätig sind, sonach die Stelle der keilförmigen Zähne des Cylinderhemmungsrades vertreten. Man nennt sie auch gewöhnlich die Zähne des Hemmungsrades. Denkt man sich dieselben durch eine zur Radfläche parallele Ebene geschnitten, so erscheinen in dieser die Axen der Zähne als Punkte. Der durch diese Punkte gelegte Kreis kann als Theilriß des Rades angesehen werden. Da das Hemmungsrad gewöhnlich 12 Zähne erhält, so beträgt die Zahnweite desselben 30 Grade. Die Welle d, an welcher das Schwungrad und die Spiralfeder der Unruhe angebracht sind, die aber in der Zeichnung als zum Verständniß dieser Hemmungseinrichtung nicht unumgänglich nothwendig ausgelassen wurden, erhält eine solche Stellung gegen das Hemmungsrad, daß ihre Axe zu jener der Radwelle parallel durch den Theilriß des Rades geht. Sie muß also da, wo die Zähne an ihr vorübergehen sollen, etwas mehr als zur halben Dicke ausgeschnitten werden. Mitten in diesem Ausschnitte, welcher zur Gewinnung des nöthigen Spielraumes etwas höher ist als die Zähne, sitzt auf dem noch übrigen Theil der Welle d die Platte m n, die von ihrer Aehnlichkeit mit einem Komma, das Komma mitunter aber auch der Haken genannt wird. Da wo die Drehungsaxe der Welle d hindurchgeht, ist die Platte m n kreisförmig und conzentrisch mit dem Umfang der Welle ausgeschnitten, und bietet eine cylindrische Fläche eines kleinen Bogens vom Radius der Zähne, auf welcher jeder derselben in Ruhe verbleibt, während sich die Welle d um einen kleinen Winkel dreht. Es ist also diese Fläche die eine Ruhe der Hemmung. Von hier aus erstreckt sich die Begränzung des Kommas über den Theil m in der Form eines Kreisbogens, dessen Radius jenem des Theilrisses gleicht, und dessen Länge nahezu eine Zahnweite, vermindert um den Halbmesser der Welle, beträgt. Stellt $\beta\gamma$ Fig. 42 einen Bogen des Theilrisses, um welchem sich die Axen der Zähne bewegen, und g f die Zahnweite des Hemmungsrades vor, so muß das Ende des Kommas e bei der Ruhelage des Regulators von dem Punkte, in welchem sich der Theilriß und der von e beschriebene Kreis durchschneiden, um einen Bogen e f abstehen, welcher dem

beabsichtigten Hebungswinkel entspricht. Gewöhnlich beträgt derselbe 30°. Man nennt diesen bogenförmigen Theil des Kommas die große Hebung. Seine Construction ist einfach folgende: man beschreibt aus β als dem Mittelpunkte mit einem Radius βf (= der Zahnweite weniger dem Radius des Cylinders d oder βg) den Bogen, fe und schneidet von f aus einen Bogen von 30 ab, wodurch man den Punkt e erhält. Mit dem Radius des Theilrisses beschreibt man aus f und e zwei Kreisbogen, deren Durchschnitt den Mittelpunkt des Bogens βe ist, welchen man sofort mit derselben Zirkelöffnung aus diesem Punkte verzeichnet. Das Komma dehnt sich aber auch von β gegen g zu aus, wo es den Theil n bildet, der sich bis an die Peripherie des Kreises g h k (den Durchschnitt der Welle d) erstreckt, und sich an den stehen gebliebenen Theil h des Cylinders anschließt. Seine Fläche beginnt in dem Durchschnitte g jener Peripherie mit dem Theilriß des Rades, und nimmt die Richtung g i, wobei der Winkel iβl gewöhnlich 10 Grade beträgt. Während ein Zahn des Hemmungsrades über diese Fläche gleitet, verursacht er eine Drehung der Welle d in der Richtung g h, hebt also die Unruhe um den Winkel iβl. Mithin stellt g i die zweite Hebungsfläche des Kommas vor; sie wird die kleine Hebfläche genannt, weil sie keine so große Hebung der Unruhe bewerkstelligt als jene βl. Endlich findet noch auf einem Theile des Bogens g h die zweite Ruhe der Hemmung statt. Diese muß die Unruhe ohne fremde Beihilfe in Gang setzen, wenn das Hemmungsrad den nöthigen Zug erhält. Zu diesem Zwecke muß beim Stillstande der Unruhe ein Zahn des Hemmungsrades entweder im Anfange der kleinen oder großen Hebung liegen. Es befinde sich ein solcher in dem Punkte g Fig. 42. In dem Momente als das Hemmungsrad von dem Bewegungsapparat in Zug gesetzt wird, drückt der Zahn z. B. α auf die schiefe Fläche g i und indem er sie vor sich hertreibt, hebt er die Unruhe nur um einen Winkel von 10°, und gelangt auf die innere Ruhe. Die Unruhe schwingt in Folge der erlittenen Hebung noch um einen kleinen Bogen weiter und kehrt dann in ihre Ruhelage zurück, über welche sie eben nach den Gesetzen ihrer Bewegung um einen nahe zu so großen Bogen hinausgehen muß, als sie eben elongirt worden ist. Dabei bewegt sich der Theil

m des Kammes in der Richtung e f, welches zur Folge hat, daß der Zahn α von der innern Ruhe auf die große Hebung übergeht, und indem er auf dieselbe drückt und an ihr fortgleitet die Unruhe um 30' hebt. Wenn die Spitze l des Kommas den Punkt f erreicht hat wird der Zahn α frei, und es fällt, während die Unruhe in der Richtung e f weiter schwingt, ein Zahn β auf die äußere Ruhe g h, an welcher er vor- und rückwärts gleitet, bis das Komma beim Rückschwunge der Unruhe wieder in die Stellung gelangt, welche die Zeichnung darstellt. In diesem Momente rückt der Zahn β auf die kleine Hebung, und es erfolgen die Wirkungen in derselben Ordnung wie sie eben dargestellt wurden. In Folge der stets sich wiederholenden Hebungen und der damit verbundenen Beschleunigungen wird der Schwingungsbogen der Unruhe immer größer bis er nach kurzer Zeit, nachdem die bewegende Kraft des Steigrades mit den Bewegungswiderständen ins Gleichgewicht getreten ist, eine constante Ausdehnung annimmt, wo er nahe zu 360° beträgt. Man sieht, daß diese Hemmung auf einfachen und richtigen Grundsätzen beruht, eine viel geringere Reibung als die Cylinderhemmung verursacht, da die Ruhen auf Bogen von verhältnißmäßig kleinem Radius liegen, und einen wenigstens eben so großen Schwingungswinkel als die eben genannte Hemmung zuläßt. Lepine hat auch Uhren mit dieser nach ihm benannten Hemmung von vorzüglicher Qualität verfertiget, wobei das Komma mit der Welle d aus dem besten Stahle hergestellt, gut gehärtet und polirt, das Steigrad aber aus silberhältigen (sonach sehr zähen) geschlagenem Messing verfertiget und ebenfalls mit aller Sorgfalt bearbeitet wurde. Dieselbe hat aber keine ausgedehntere Anwendung gefunden, einestheils weil die Herstellung der Welle mit dem Komma äußerst schwierig ist und eine wahrhaft künstlerische Hand fordert, andern Theils weil sich an den reibenden Theilen das Oehl schwer hält, somit die Uhr ihren Gang leicht ändert, wenn die Schwingungen der Unruhe nicht vollkommen isochron sind.

36. Eine andere für Taschenuhren anwendbare ruhende Hemmung ist die ruhende Doppelradhemmung auch Doppelsteigrad oder Dupplexhemmung genannt. Sie soll die Vorzüge der

Lepine'schen Hemmung, eine geringe Reibung an den Ruhen, und eine lebhafte durch einen großen Schwingungsbogen (nahe an 360°) ausgegehnte Bewegung der Unruhe zugleich mit dem Vortheil verbinden, daß sich das Oehl an den Reibungsflächen sehr lange erhalte. Die ruhende Doppelradhemmung unterscheidet sich in der eigenthümlichen Wirkung des Hemmungsrades auf den Hemmungstheil, von allen bisher angeführten Hemmungen für Unruhuhren hat aber eine entfernte Aehnlichkeit mit jener in §. 43 beschriebenen Rollenhemmung für sehr kleine Pendeluhren.

Fig. 43 stellt einen Theil des Doppelrades in der Vorderansicht dar. Auf der Welle C sind beide Räder A und B dergestalt befestiget, daß die inneren Radflächen um etwas Weniges von einander abstehen. Das Rad A mit kleinerem Halbmesser, dessen Zähne jenen eines Sperrrades gleichen und in der Richtung der normalen Bewegung des Rades geneigt sind, heißt das Stoßrad. Es hat in der Regel nicht mehr als 12 bis 15 Zähne, sonach eine Zahnweite von 30 — 24°. Das Rad B von etwas größerem Radius hat eben so viele Zähne wie A, diese liegen aber in der radialen Richtung, sind merklich lang und schmal, und weichen in ihrer Stellung von jenen des Rades A beinahe um die halbe Zahnweite ab. Dieses Rad B wird das Hemmrad genannt. Beide Räder werden meist aus gutem Stahle verfertiget, obschon man das Rad A auch aus Messing herstellen kann. Mitunter sind beide Räder aus gutem geschlagenen Messing.

An der Unruhwelle d (das Schwungrad und die Spiralfeder sind in der Zeichnung aus dem oben angeführten Grund hinweggelassen) sitzt in der Ebene des Rades A eine Art Daumen oder Zahn m, dessen Spitze bei den Schwingungen der Unruhe einen Kreis beschreibt, welcher den durch die Zahnspitzen α und β gehenden Theilriß des Stoßrades in zwei Punkten durchschneidet, deren Abstand nahezu der Zahnweite des genannten Rades gleich kommt. Bei der in der Zeichnung dargestellten Lage des Stoßrades würde die Zahnspitze m bei α in jenen Theilriß ein, und bei β aus demselben austreten, ohne einen Zahn des Stoßrades zu berühren. In der Ebene des Hemmrades B

sitzt auf der Welle d eine Rolle abc von kleinem Durchmesser, in deren Peripherie die Zahnspitzen des Rades B etwas hineinreichen, so daß diese bei der Rolle abc nicht frei vorübergehen können, mithin durch dieselbe das Rad B gehemmt wird. Um aber den anliegenden Zahn z. B. δ doch nach Bedürfniß entweichen zu lassen, hat die Rolle bei c einen kleinen Einschnitt, welcher tief genug ist, um den Zahn δ aufzunehmen, und ohne daß er sich spießt auf die andere Seite der Rolle zuführen. Bei der hierzu nothwendigen Drehung der Welle d bewegt sich aber auch der Zahn m in der Richtung der Nuthe c und diese ist so gestellt, daß in dem Augenblicke, als der Zahn δ aus ihr heraustreten kann, also das Rad B und mit ihm zugleich das Rad A frei wird, der Zahn m bei α in die Zahnweite αβ eingetreten ist. Da aber das Stoßrad in Folge des ihm inwohnenden Zuges, wenn es durch kein Hinderniß zurückgehalten wird, sich in der Richtung αβ bewegt, so ertheilt der Zahn α dem vor ihm hergehenden aber langsamer sich bewegenden Zahn m einen Stoß und beschleuniget auf diese Weise die Unruhe durch die Länge eines Bogens, nach dessen Zurücklegung der Zahn α wieder zur Ruhe gelangt. Man nennt ihn den Hebungswinkel der Unruhe. Er könnte, wie leicht zu sehen, höchstens den Winkel αdβ gleich sein. Man ordnet aber die gegenseitige Lage der Nuthe c, der Spitze des Zahnes δ und jener von α, so daß in dem Momente, in welchem der Zahn δ frei wird, die Spitze m vor α einen Vorsprung von 10° erlangt hat, das Stoßrad also sich erst um den betreffenden Winkel drehen muß, bis der Zahn α den Zahn m einhohlt. Man nennt diesen Winkel den Fall, durch ihn erlangt der Zahn α eine gewisse Geschwindigkeit, mit welcher er dann auf m trifft, welches zur Bewirkung des Stoßes nothwendig ist. Man bezieht diesen Winkel gewöhnlich auf den von m beschriebenen Bogen und gibt ihm meist eine Größe von 10°. Hiermit ist das Spiel der Hemmung größentheils dargestellt. Um aber noch die Lage und Größe der Ruhen auf dem Umfange der Rolle abc deutlicher herauszuheben, und noch einiges Andere beim Spiele dieser Hemmung bemerklich zu machen, werde angenommen, die Unruhe sei im Stillstande, obschon das Steigrad den nöthigen Zug besitzt. Der Zahn δ liege zwischen a und c, werde

also durch die Rolle a b c in seinem Fortschreiten gehindert. Wird durch eine fremde Kraft m in der Richtung a b so weit gedreht, daß die Nuthe c unter die Zahnspitze δ gelangt, so fällt diese ein, und führt vermöge ihrer Triebkraft und indem sie an die Vorderfläche der Nuthe drückt die Rolle in der Richtung a c so weit, bis sie austreten kann. Dabei ist nun m zwischen α und β eingetreten, das frei gewordene Stoßrad ertheilt mit dem Zahne α dem Zahne m einen Stoß, und die Unruhe schwingt in Folge desselben um einen gewissen Bogen in der Richtung a c, in welcher auch die Nuthe c fortschreitet. Aber so wie das Hemmrad B durch den Austritt der Zahnspitze δ aus der Nuthe c frei wird, so bewegt sich auch der Zahn ε nach vorwärts, wird aber durch die Rolle a b c in seinem weiteren Wege aufgehalten, schleift also während die Unruhe in der Richtung von α gegen β und wieder zurückschwingt, an den Bogen a b vor- und rückwärts, bis endlich die Nuthe c unter ihn gelangt; aber auch da kann er seinem Zuge nach vorwärts noch nicht folgen, wenn der Rückschwung der Unruhe noch nicht vollendet ist, und die Nuthe sonach unter ihm hinweg in der Richtung a b fortschreitet. Erst wenn nach dem Beginne der neuen Schwingung der Unruhe die Nuthe zurück kommt, kann der Zahn ε in dieselbe einfallend mit ihr in der Richtung seiner Bewegung fortschreiten und endlich von der Rolle frei werden, wobei ein Zahn ζ des Hemmrades an die Rolle anfällt, bei welchem sich dasselbe wiederholt, was bezüglich des Zahnes β so eben gesagt wurde. Man sieht also, daß die Ruhen sich von c gegen a und b auf der Rolle a b c erstrecken und einen um so größeren Bogen umfassen, je größer der Schwingungswinkel der Unruhe ist. Dieser beträgt aber gewöhnlich 360°, mithin muß auch der betreffende Zahn des Hemmrades B bei jeder Schwingung der Unruhe den ganzen Umfang der Rolle a b c durchgleiten. Demungeachtet ist hierbei die Reibung viel geringer als bei der Cylinderhemmung, weil erstens diese Rolle einen bedeutend kleinern Radius hat, als der Zylinder der zuletzt genannten Hemmung, und weil die Zahnspitzen des Hemmrades einen kleinern Druck ausüben als die Zähne des Stoßrades *). Die Nuthe c

*) Dieser ist in demselben Verhältnisse kleiner, in welchem der Radius des Stoßrades bis an die Zahnspitzen gerechnet zum Radius

ist ferner ganz vorzüglich geeignet, um das zur Vermeidung der Reibung in Anwendung zu bringende Oehl durch lange Zeit zu behalten, und es zugleich durch die Zahnspitzen δ, ε, ζ ... die sich beim Durchgang jedesmal in das Oehl der Nuthe eintauchen, auf den Umfang der Rolle a b c auszubreiten. Der Zahn n und somit auch die Zähne des Stoßrades bedürfen keines Oehles, es genügt den Stoßflächen derselben besonders aber m die nöthige Glätte und Härte zu geben. Daß also m so wie auch die Rolle a b c wenigstens aus Stahl und gut gehärtet und polirt sein müssen, braucht kaum bemerkt zu werden. Auch dürfte leicht ersichtlich sein, daß diese Hemmung nicht von selbst in Gang kommen kann, sondern daß sie zum Stillstande gekommen jedesmal durch äußere Hilfe in Bewegung gesetzt werden muß.

Die Regeln, nach welchen das Stoß- und Hemmrad, dann die Rolle a b c und der Zahn m verzeichnet werden, sind kurz folgende.

Man entwerfe zuerst das Stoßrad A, nachdem sein Radius und die Anzahl seiner Zähne festgesetzt ist. Um den Theilriß des Hemmrades B zu erhalten, theile man den Radius des Stoßrades in fünf gleiche Theile und beschreibe mit sieben solchen Theilen einen zum Umfange des letztgenannten Rades conzentrischen Kreis. Man versetze die Stellen der Zähne des Stoßrades um eine halbe Zahnweite, so erhält man durch Verlängerung der an die betreffenden Punkte gezogenen Radien die Stellen der Zahnspitzen im Hemmrade. Die Länge seiner Zähne ist annäherungsweise dadurch bestimmt, daß man den Radkranz von der Größe des Theilrisses des Stoßrades nimmt. Der Abstand der Axe d ergibt sich aus dem Grundsatze, daß der Punkt m auf seinem Wege von α nach β einen Bogen von $40^0$ beschreiben soll, wobei $10^0$ auf den Fall und $30^0$ auf die Hebung gerechnet werden. Da nun die Winkel $\alpha C \beta$ und $\alpha d \beta$ und der Radius $C\alpha$ als bekannt anzunehmen sind, so läßt sich $\alpha d = d m$ leicht berechnen*). Man

---

des Hemmungsrades steht. Ueberdieß ist der Druck auf die Rolle mehr tangential, während er beim Cylinder radial wirkt, wodurch bei der Duplexhemmung die Reibung ebenfalls bedeutend vermindert wird.

*) Man hat nämlich aus dem Dreiecke $\alpha C d$, $C\alpha : \alpha d =$

findet demnach annäherungsweise für ein Stoßrad von 12, 13, 14 oder 15 Zähnen (wodurch der Winkel $aC\beta$ eben bestimmt ist) beziehungsweise $\alpha d$ gleich $^3/_4$, $^9/_{13}$, $^9/_{14}$ und $^3/_5$ vom Radius des Stoßrades. Beschreibt man nun mit dem gefundenen Radius aus $\alpha$ und $\beta$ zwei Kreisbogen, so schneiden sich dieselben in dem gesuchten Punkte d*). Der Radius der Rolle a b c wird nun so gewählt, daß der Zahn $\delta$ bei seinem Durchgange durch den Umfang derselben einen Bogen von 20° abschneidet**). Gewöhnlich nimmt man dafür $^1/_8$ — $^1/_{10}$ der Zahnweite des Hemmrades B, wobei aber der eben bemerkte Winkel nicht scharf getroffen wird.

37. Alle bisher beschriebenen Hemmungen sind von der Beschaffenheit, daß der Regulator während seiner ganzen Schwingungsdauer einen Einfluß des Hemmungsrades erleidet, welcher, sobald er nicht mehr auf die Beschleunigung des Regulators hinwirkt, seiner Bewegung nur hinderlich sein kann, wenn auch, wie dieses bei den meisten ruhenden Hemmungen der Fall ist, das genannte Rad nach erfolgter Beschleunigung dem Regulator nicht direkt, sondern nur in soferne entgegen wirkt, als es auf dem mit dem Regulator verbundenen Hemmungstheil eine der freien Bewegung desselben hinderliche Reibung erzeugt. Da diese in Folge der Verminderung des auf den Reibungsflächen aufgetragenen Oehles von Zeit zu Zeit eine andere wird, und zwar in der Regel zunimmt, so muß auch der Regulator nach und nach

---

$= \sin 20^\circ : \sin \frac{180^\circ}{n}$, wenn n die Anzahl Zähne des Stoßrades bezeichnet, somit $\alpha d = \frac{\sin \frac{180^\circ}{n}}{\sin 20^\circ} . C\alpha \; . \; . \; . \; (1.$

*) Setzt man $C\alpha = R$ und n nach und nach 12°, 13°, 14°, 15°, so hat man aus der vorigen Gl. 1 $\alpha d = r = 0{\cdot}75..R$, $0{\cdot}69..R$, $0.65..R$, $0.60..R$, was nahezu die obigen Werthe gibt.

**) Verwechselt man im Dreiecke $\alpha C d$, in welchem auch $Cd$ leicht berechnet werden kann, $\left(\text{es ist nämlich } Cd = \frac{\sin\left(160^\circ - \frac{180^\circ}{n}\right)}{\sin 20^\circ} . R\right)$ $C\alpha$ mit $C\delta$ und setzt $\alpha d C = 10^\circ$, so gibt dann $d\alpha$ den Radius der Rolle a b c.

seine Schwingungszeit ändern, was mit einem unrichtigen Gange der Uhr verbunden ist. Dieser Uebelstand, welchen zu beseitigen bisher noch kein Mittel entdeckt worden ist, hat zur Erfindung solcher Hemmungseinrichtungen geführt, bei denen der Regulator, nachdem er durch das Steigrad die erforderliche Beschleunigung erhalten hat, die angefangene oder auch noch die nächstfolgende Schwingung ganz unabhängig von dem Steigrade fortsetzen und vollenden kann. Solche Hemmungen werden freie Hemmungen genannt (§. 27).

Eine der einfachsten freien Hemmungen für Pendeluhren ist in Fig. 44, Taf. 479, dargestellt. Sie ist aus der Graham'schen ruhenden Ankerhemmung abgeleitet, und hat daher mit jener in Fig. 32 die größte Aehnlichkeit, sowohl was das Steigrad als auch die Form des Ankers betrifft. Der Anker besteht aus zwei gesonderten Armen dnb und d'mc, von denen jeder seine eigene Welle d und d' hat, welche hinter einander oder auch neben einander liegen; jedenfalls müssen dieselben so gestellt werden, daß die Paletten an und δm in die Steigradszähne, die obern Theile aber an die Hebungsbogen uw gelangen können, welche mit der sogenannten Gabel in der Zeichnung aber der Einfachheit wegen mit dem Pendel p in Verbindung gebracht sind. Auf den Ankerarmen sind auf Schraubenspindeln die Regulirungsgewichte qq angebracht. Befindet sich das Pendel in Ruhe, so haben die Paletten entweder die in der Zeichnung dargestellte Lage, wobei die Palette an in einem Zahnschnitte des Steigrades steht, während die andere mδ durch die an ihrer obern Kante δ ruhende Zahnspitze nach auswärts gedrückt erscheint, oder es ruht die letztgenannte Palette ganz in einem Zahnschnitte, so daß eine Zahnspitze an die Kante c trifft, während die Palette an an der Kante b von einem Zahne gehalten wird. Beide Ankerarme werden durch Anschlagstifte vv verhindert, tiefer in die Zahnschnitte einzudringen, als eben angegeben wurde. Hat das Steigrad den erforderlichen Zug, um sich normal zu bewegen (nach der Richtung des beistehenden Pfeiles) und elongirt man das Pendel nach rechts, so drückt der Hebungsbogen u an den Ankerarm dn, und indem er ihn hebt, gleitet der an der Palette ab liegende Zahn ab, und unterstützt durch seinen Druck die Hebung dieses

Armes. Mittlerweile schreitet der an der Spitze δ der anderen Palette m δ stehende Zahn vor, und diese sinkt in den Zahnschnitt bis der Ankerarm d′m an den Anschlagstift v gelangt, wobei ein Steigradszahn an die Fläche m δ, und zwar sehr nahe bei c auffällt. Kehrt das Pendel von seinem Ausschwunge nach rechts zurück, so erleidet es nur von dem Ankerarme, der mit sein um q vermehrtes Gewicht auf den Hebungsbogen u drückt, so lange eine Beschleunigung, bis die Palette n a mit der Kante b an dem ihr gegenüberstehenden Steigradszahn ankommt, worauf das Pendel frei weiter schwingt. Gegen das Ende dieser Schwingung trifft aber der Hebungsbogen w auf den Ankerarm d′m, und hebt ihn, worin er durch den an m c aufgehaltenen nun aber ausgelösten und über c δ gleitenden Zahn unterstützt wird. Während aber das Steigrad solchergestalt fortzuschreiten beginnt, geht auch jener Zahn weiter, auf welchem sich die Palette a n mit der Kante b stützte, diese kann in den Zahnschnitt so weit einfallen als es der Anschlagstift y gestattet, und mit der Fläche a r den entgegenkommenden Zahn aufhalten, wobei das Steigrad wieder zur Ruhe gebracht ist. Beim Zurückschwingen wird das Pendel wieder durch das Gewicht des Ankerarms d′m beschleunigt, indem dieser auf den Hebungsbogen w drückt, und es wiederholt sich nun alles in der eben angegebenen Ordnung. Man sieht, daß hier das Pendel vom Steigrade nur mittelbar, und zwar dadurch beschleuniget wird, daß dieses durch seine Wirkung auf die Paletten zur Hebung der Ankerarme beiträgt, und dann die Beschleunigung des Pendels diesen überläßt, welche beim Niedergehen mit ihrem ganzen Gewichte auf die Hebungsbogen drücken, während das Pendel am Ende einer jeden Schwingung nur einen Theil jenes Gewichtes zu heben braucht. Offenbar ist das statische Moment der beiden Kugeln rücksichtlich der Drehungsaxe d oder d′ um so größer oder kleiner, je größer oder kleiner der horizontale Abstand ihres Mittelpunktes von der Drehungsaxe ist. Nachdem aber dieses bei einer bestimmten Kraft des Steigrades und einem gewissen Kraftverlust des Pendels eine bestimmte, am besten durch Erfahrung auszumittelnde Größe besitzen muß, wenn das Pendel nicht stehen bleiben soll, so lassen sich diese Gewichte

mittelst den in ihrer an Bohrung und an ihren Trägern angebrachten Schraubengewinden nach Bedürfniß verstellen oder reguliren.

38. Die freie Ankerhemmung wird auch, und zwar in neuester Zeit sehr häufig, bei Taschenuhren angewendet, welche bei richtiger und sorgfältiger Ausführung einen sehr verläßlichen Gang erhalten. Bei dem Umstande, daß das Pendel nur einen kleinen, die Unruhe aber einen sehr großen Elongationswinkel erhalten muß, ist es nothwendig, der freien Ankerhemmung in Taschenuhren eine von der eben beschriebenen merklich abweichende Einrichtung zu geben.

In Fig. 45, Taf. 480, ist eine freie Ankerhemmung dargestellt, wie sie von Urban Jürgensen empfohlen worden ist. (Siehe dessen höhere Uhrmacherkunst, Kopenhagen 1842, S. 145 u. f. f.) Das ebene Steigrad A hat meistens 15 Zähne, welche der Anlage nach mit jenen eines Sperrrades übereinstimmen, mit dem Unterschiede jedoch, daß ihre Vorderfläche gegen die radiale Richtung stark geneigt, ihre Breite selbst an der Basis nur gering, der Zahn-Schnitt also möglichst geräumig ist, und ihr Ende nicht in eine Spitze, sondern in eine ebene gegen den Radius etwas geneigte Fläche ausläuft. Es wird gegenwärtig meist aus feinem Stahle verfertigt. Der eigentliche Anker b n m c, dessen Welle d ist, sieht einem ruhenden Anker für Pendeluhren mit großem Ausschlagswinkel, wie in Fig. 28 ziemlich gleich; a b und c d′ sind seine Hebungsflächen, von denen jede eine Hebung von 10° hervorbringt, wobei also die aus a und b oder c und d′ zu d dem Mittelpunkte der Ankerwelle gezogenen Geraden unter sich einen Winkel (den Hebungswinkel) von 10° einschließen. Weiters stellt c m die äußere, a r die innere Ruhefläche des Ankers dar. Von der Mitte des Bogens b n geht bei t ein Ansatz aus, welcher sich in das bogenförmige Ende e f erweitert, in dessen Mitte der Einschnitt i k l angebracht ist. Dieser Ansatz heißt die Gabel des Ankers. Von dem Grunde des Einschnittes i k l angefangen, ist die Gabel bis an das bogenförmige Ende i f mehr als um die Hälfte ihrer Dicke abgesetzt, so daß das keilförmige Stück h, welches auf dem dickeren Theil der Gabel befestigt ist, und mitten über dem Ausschnitt i k l liegt, zwischen seiner untern und obern Fläche des verschwächten Gabeltheiles einen merklichen Zwi-

schenraum läßt. Da der Anker in jeder Lage im Gleichgewichte sein muß, um unabhängig vom Einflusse der Schwere seine Funktionen zu verrichten, wie dieses die Beschaffenheit der Taschenuhr erfordert, so muß sein Schwerpunkt in seiner Drehungsaxe liegen, daher ist zur Ausgleichung des Gewichtes der Gabel an dem Bogenstück m c das Gegengewicht u x angebracht, dem man begreiflicher Weise eine beliebige Form geben kann, wenn diese nur das Anschlagen an die Stifte v und w zuläßt, dessen Zweck sogleich angegeben werden soll.

An der zur Ankerwelle parallelen Unruhwelle D ist eine Rolle R S in einer solchen Stellung befestiget, daß ihre obere Ebene in die Nähe der untern Fläche der Gabel zu stehen kommt, so daß zwischen beiden nur ein kleiner Zwischenraum bleibt. Auf ersterer Ebene steht der zylindrische Zahn s, welcher mit einem kleinen Spielraume in den Einschnitt i k l der Gabel paßt, und sich auch in demselben während der Ruhelage der Unruhe befindet. Seine Höhe ist so gehalten, daß er der untern Fläche des keilförmigen Theiles h der Gabel ziemlich nahe kommt, ohne sie jedoch berühren zu können. Von der Rolle R S erhebt sich eine zweite mit D conzentrische Rolle g p q vom kleineren Radius bis über die obere Fläche des Stückes h. Diesem, die Ruhelage der Unruhe vorausgesetzt, gegenüber befindet sich in der eben genannten Rolle der Einschnitt p q, tief genug um dem abgerundeten Ende des Stückes h den freien Durchgang zu gewähren, wenn es bei seiner Bewegung an diesem Einschnitte vorübergehen muß. Nachdem nun alle Theile dieser Hemmung näher bezeichnet sind, wird es keiner Schwierigkeit unterliegen, das Spiel derselben zu begreifen.

Man fordert von dieser Hemmung, daß sie die Unruhe ohne fremder Hilfe in Thätigkeit versetze, wenn das Steigrad die nöthige Bewegkraft erhält. Zu diesem Zwecke ist es nothwendig, daß bei der Ruhelage der Unruhe einer der Steigradszähne auf dem Anfange einer Hebungsfläche des Ankers stehe. In Fig. 45 ist eine solche Stellung des Steigrades und des Ankers und natürlich auch die betreffende Lage der Gabel gegen die Rollen auf der Unruhwelle D angenommen. Die Spitze des Steigradszahnes $\alpha$ drückt gegen die Hebungsfläche o d, treibt also den Anker-

arm dc in der Richtung cm vorwärts, und bewirkt dadurch eine Hebung desselben von 10°. Dabei wirkt die Fläche ik des Gabeleinschnitts ikl auf den Zahn s, und schiebt ihn in der Richtung se so weit fort, daß er einen Winkel von 20° beschreibt, wobei er aus dem Gabeleinschnitt heraus tritt. Wenn der Zahn α die Hebfläche cd' verläßt, so fällt der Zahn γ gegen die Ruhe ar des Ankerarmes db, der sich, während der durch den Zahn α verursachten Bewegung des Armes dc in der Richtung cm, in der Richtung nb den Zähnen des Steigrades nähert. In dieser Stellung bleibt nun der Anker so lange ruhig stehen, bis die Unruhe wieder zurückschwingt, und der Zahn s, der die Gabel in derselben Lage findet, bei welcher er sie verlassen hat, auf die Fläche ik des Gabelschnittes stößt. Dadurch wird bewirkt, daß der Zahn γ auf die Hebfläche ab gelangt, und durch seinen Druck auf dieselbe den Ankerarm bd in der Richtung bn fortstößt, wobei die Fläche lk des Gabelschnittes dem Zahne s schneller folgt als er ausweichen kann, und ihm somit einen Stoß ertheilt, in Folge dessen die Unruhe in der Richtung if weiter schwingt, in welcher auch der Zahn s sich fortbewegt. Dabei hat jetzt der Anker eine solche Stellung, daß die Hebfläche cd' in dem Zahnschnitte αε steht, und die Zahnspitze ε auf der Ruhe mc nahe bei c sich befindet. Beim Zurückschwingen der Unruhe tritt der Zahn s wieder in den Gabelausschnitt, löset durch den Anstoß an der Fläche lk den Anker aus, und erhält bei der nun folgenden Bewegung desselben durch die Fläche ik einen Stoß, in Folge dessen die Unruhe in der Richtung se ausschwingt. Damit der Anker sich gerade nur um einen Winkel drehen könne, welcher dem Hebungswinkel gleicht, sind die Anschlagstifte v und w vorhanden, welche sowohl die sichere Stellung der Hebflächen als auch der Gabel nach jeder Schwingung der Unruhe bewerkstelligen. Diese ist sowohl für die zeitweilige Ruhe und leichte Auslösung des Ankers, als auch für die Fortdauer und Ungestörtheit der Schwingungen der Unruhe von höchster Wichtigkeit. Denn gesetzt, der Anker könnte einen größern als den Hebungswinkel durchlaufen, so würde auch die in die Ruhe anfallende Zahnspitze einen gewissen Bogen derselben durchgleiten, und müßte durch die Einwirkung der Unruhe auf die Gabel zur Hebungsfläche zu-

rückgeführt werden, was nicht nur einen Kraftverlust der Unruhe, sondern auch einen höchst nachtheiligen Stoß auf dieselbe verursachen würde. Hätte aber die Zahnspitze den Ruhebogen nicht vollkommen gefaßt, so würde sie sogleich auf die Hebung zu wirken anfangen, wodurch die Gabel noch vor der Rückkunft des Zahnes s die Stellung verlassen müßte, in welche sie durch den Austritt desselben aus dem Einschnitte ikl gebracht wurde. Dabei würde der zurückkehrende Zahn s nicht mehr in den bogenförmigen Theil fe der Gabel gelangen, sondern an der rückwärtigen Fläche desselben anstoßen, und somit die weitere regelmäßige Bewegung der Unruhe gestört sein.

Um aber auch bei einer regelmäßigen Bewegung des Ankers einem derartigen durch einen zufälligen in der Ankerebene wirkenden Stoß möglichen Unfalle zu begegnen, dienen die bogenförmigen Theile if und le und das Stück h der Gabel. Man überzeugt sich leicht, daß bei gehörigem Spiele der Hemmung der Zahn s weder die genannten bogenförmigen Theile nach seinem Austritte aus dem Einschnitt ikl, noch auch das Stück h die Rolle gpq berühre, wenn man den Fall ausnimmt, in welchem bei einem zu großen Ausschwunge der Unruhe der Zahn s auf den rückwärtigen Theil eines dieser Bogenstücke anstieße, wodurch aber nur das sogenannte Ausschwenken der Unruhe verhindert und durch das Bogenstück der bei der Unruhe anderer Hemmungen für Taschenuhren gebräuchliche Anschlagstift vertreten würde. Wollte aber die Gabel in Folge zufälliger Auslösung der Ruhe des Hemmungsrades ihre Stellung früher verlassen, als der Zahn s in den Ausschnitt der Gabel zurückgekehrt ist, so würde sich das Ende des Stückes h, dem nur der Uebergang von einer Seite der Rolle gpq auf die andere dadurch möglich wird, daß es durch den Einschnitt pq hindurchgeführt werde, was aber nur mit dem gleichzeitigen Durchgang des Zahnes s durch den Gabelschnitt ikl Statt findet, an die genannte Rolle anlegen, und dadurch die Gabel in einer Stellung erhalten, welche den Eintritt des Zahnes s in die bogenförmigen Theile der Gabel und sofort auch seinen Durchgang durch den Gabelschnitt ermöglichet, wodurch sonach die schädliche Wirkung seiner Auslösung beseitiget

wird. Ohne dem Theile h wäre die Unruhe in Folge dieser Auslösung in ihrem Gange aufgehalten worden.

Beim Entwurfe dieser Hemmung werden folgende Regeln beobachtet. Nachdem die Größe und die Anzahl Zähne des Rades bestimmt und verzeichnet sind, wähle man im Theilrisse, welcher durch die inneren oder vorderen Zahnspitzen geführt wird, den Punkt, in welchem eine Zahnspitze auf der Ruhe des Ankers stehen soll. Sei dieser Punkt in Fig. 45 durch c bezeichnet, und die betreffende Ruhe die äußere. Nachdem von diesem Punkte c bis zu jenem, in welchem der Bogen der inneren Ruhe den Theilriß schneidet, $2\frac{1}{2}$ Zahnweiten liegen, und die Palettenbreite $\frac{1}{2}$ Zahnweite ohne Rücksicht auf den zu gebenden Spielraum beträgt, so schneidet der der äußeren Ruhe entsprechende Ankerbogen n b den Theilriß ebenfalls in einer Zahnspitze b. Zieht man durch diese beiden Zahnspitzen an den Theilriß zwei Tangenten, so schneiden sich diese in einem Punkte d, welcher die Lage der Axe der Ankerwelle bezeichnet. Die aus diesem Punkte mit dem Radius $dc = db$ beschriebenen Bogen c m und b n geben die äußere Begrenzung der Ankerpaletten. Vermindert man d c um die halbe Zahnweite gleich der Breite der Paletten und beschreibt mit der so erhaltenen Geraden aus dem Mittelpunkte d die Bogen d′o und a r, so erhält man die innere Begrenzung der Paletten. Um die Hebflächen zu construiren, ziehe man die Geraden d c und d b, verzeichnet den Winkel $cdd' = bda$ gleich dem Hebungswinkel (10°) und verbindet den Punkt d′, in welchem die Gerade d d′ den Bogen d′o schneidet, mit dem Punkte c und eben so den Punkt a, in welchem die Gerade d a den Bogen a r trifft, mit dem Punkte b, so stellen die so erhaltenen Geraden c d′ und a b die verlangten Hebungsflächen dar. Die weitere Begrenzung des Ankers ist für sich klar. Nach der eben angegebenen Constructionsweise erhält man ihn in einer Seitenlage. Um denselben in der Mittellage zu verzeichnen, wie er in Fig. 45 dargestellt ist, braucht man ihn nur um den halben Hebungswinkel um die Axe d zu drehen, so daß c gegen m hinrückt. Verbindet man nun d mit C und auch d mit D durch gerade Linien, so ist die Anordnung der Hemmung gewöhnlich so getroffen, daß D d auf d C senkrecht steht. Die Länge der Gabel ist willkürlich, doch macht

man sie nicht größer als es eine solide Construction derselben und eine hinreichende Dimension der Rolle SR erfordert. Die Entfernung des Mittelpunktes der Welle D von jenem der Welle d, so wie der Abstand des Mittelpunktes des Zahnes s von D, läßt sich aus den Bedingnissen finden, daß der Punkt i oder l der Gabel bei der Drehung des Ankers um den ganzen Hebungswinkel einen Bogen von gleicher Gradezahl wie dieser Winkel, und der Mittelpunkt des Zahnes s um D einen Bogen von 20° beschreiben müsse*). Eine einfache Rechnung zeigt, daß di = dl nahezu 4 Mal größer sei als Dl. Was noch die Zähne des Rades anbelangt, so gibt man ihrer ebenen Begrenzung an den Enden $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ ꝛc. eine Neigung von 5° gegen die Tangenten des Theilrisses in den Zahnspitzen, so daß diese Flächen sich um den genannten Winkel nach rückwärts erheben. Die Hinterfläche der Zähne wird etwas ausgehöhlt, damit die Kanten d′ und b der Paletten ohne anzustoßen in die Zahnschnitte eintreten können.

Anmerkung. Englische Uhrmacher, und auch mehrere Schweizer Uhrenfabriken, welche ihren Fabrikaten einen englischen Anstrich geben, ändern die eben beschriebene Construction der freien Ankerhemmung in soferne ab, als sie dem Steigrade glatte und spitzige Zähne geben, und auch in der Einrichtung der Gabel, so wie in der Form des Ankers etwas abweichen. Doch ist der Unterschied jetzt nicht mehr so hervortretend, als er von Jürgensen angedeutet wird.

39. Die vorzüglichsten freien Hemmungen für tragbare Uhren finden ihre Anwendung in den sogenannten Chronometern, die man schon lange in Taschen- und Schiffschronometer unterscheidet, welche letztere auch den Namen Borchronometer oder Längenuhren führen. In Fig. 46 ist eine solche Hemmung nach der von Earnshaw erfundenen Construction versinnlicht. Das aus gutem Messing oder aus einer Mischung von zwei Drittel Silber und einem Drittel 18 karatigen Golde hergestellte Hemmungsrad A hat

*) Man hat nämlich in dem Dreiecke Ddi, wobei die Stellung des Punktes i in seiner größten Abweichung von Dd genommen ist, $Di : di = \sin 5^\circ : \sin 20^\circ$ oder $Di = \frac{87}{342} di$ oder $di = 3{\cdot}9\, Di$; nachdem aber Di = Dl, so ist hiermit obige Angabe gerechtfertiget.

meist 12 in der ebenen Radfläche liegende scharfgespitzte Zähne deren Vorderfläche gegen den durch die Zahnspitze gezogenen Radius ziemlich stark geneigt ist, deren Hinterfläche aber die Krümmung eines Kreisbogens zeigt. Durch die Wirkung des Bewegungsapparates geht das Rad in der Richtung $\alpha\,\beta\,\gamma$ .. um. Tangential zum Theilrisse desselben, jedoch etwas außerhalb der sichtbaren Radebene ist die Hemmungsfeder n n angebracht, welche in B auf eine zweckmäßige Weise befestiget eine Neigung hat, sich gegen die Zähne des Rades A zu bewegen, woran sie aber durch den Kopf der Anschlagschraube v, welche in dem Stege T eingeschraubt ist, und mit ihrer Spindel durch eine hinreichende große Oeffnung der Feder frei hindurchgeht, gehindert wird.

Hierdurch erhält diese Feder eine bestimmte Stellung gegen die Zähne des Hemmungsrades A, und kehrt stets in dieselbe zurück, wenn sie durch eine momentane Kraft gegen den Steg T zurückgedrückt worden ist. c ist ein an die Hemmungsfeder befestigter Zahn, welcher einen entgegenkommenden Zahn $\gamma$ des Hemmungsrades in seiner weitern Bewegung so lange aufhält, als die Feder n n an dem Schraubenkopfe v liegt. Die Auslösung dieses Zahnes $\gamma$ wird durch die Unruhe vermittelt. Die Unruhwelle d trägt nämlich eine kleine Rolle i k l, deren Stellung jener der Hemmungsfeder entspricht. An ihrem Umfange ist ein Zahn k angebracht, welcher, wenn die Unruhe in der Richtung i l k schwingt, die an n n sich legende sehr dünne Feder m m, die Auslösfeder ergriff, und mit ihr auch die Hemmfeder n n zurück drückt. Hierdurch tritt der Zahn c gegen T zurück und der Zahn des Hemmungsrades wird frei. Die Auslösung der Hemmung durch den Zahn k dauert nur einen kurzen Augenblick, daher fällt die Hemmungsfeder sogleich an ihre Anschlagschraube v zurück, und der sich vorlegende Hemmungszahn c gestattet dem folgenden Zahn $\beta$ nicht mehr vorüber zu gehen.

Schwingt nun die Unruhe in der Richtung k l i, so gelangt der Zahn k wieder an die Feder m, drückt sie aber wegen ihrer äußerst geringen Widerstandsfähigkeit ohne eine Wirkung auf die Hemmungsfeder so weit vor sich her, bis er über sie hinweg gegangen ist. Erst wenn die Unruhe wieder in der Richtung i l k zurückkehrt, vermag der Zahn k die Hemmung neuerdings auszulösen. Es erfolgt also nur dann jedesmal eine Auslösung des

Hemmungsrades A, wenn der Auslösezahn k sich in der Richtung lk bewegt, daher bei jeder zweiten Schwingung der Unruhe. Damit diese auch die nöthige Beschleunigung erhalte, befindet sich an der Unruhwelle eine zweite in der Hemmradsebene liegende Rolle RS, der Hemmungskreis, deren Umfang in den Theilkreis des Hemmrades A hinein reicht, und sich bei jedem Stillstande desselben in einem Zahnschnitte, z. B. $\alpha\beta$ bewegt. Damit hierzu der nöthige Spielraum gewonnen werde, sind die Hinterflächen der Hemmradszähne, wie an $\beta$ zu sehen, nach einem Kreisbogen geformt, dessen Radius um etwas Weniges größer ist, als jener der Rolle RS. Diese ist mit einem Ausschnitte pqa versehen, deren ebene Fläche aq von dem vorübergehenden Hemmradszahn, z. B. $\alpha$ ergriffen, und soweit fortgeschoben wird, bis der Zahn $\alpha$ in die Stellung von dem Zahne $\beta$ gelangt. Man sieht, daß nach dem Auslösen des Zahnes $\gamma$ dem Zahne $\alpha$ ein Fall wenigstens von der Größe des Bogens $\alpha$a gestattet ist, bevor er die Stoßfläche aq erreicht. Dieselbe hat im Momente des Stoßes eine solche Stellung, daß derselbe gegen sie in senkrechter Richtung erfolgt.

Nach dem bereits Angeführten bleibt über das Spiel der Hemmung wenig zu sagen übrig. Hat das Hemmungsrad die nöthige Umdrehungskraft und wird die stillstehende Unruhe durch fremde Hilfe in schwingende Bewegung gesetzt, da dieses wie leicht ersichtlich, das Hemmungsrad zu thun außer Stande ist, so bewegt sich der Auslösezahn k entweder in der Richtung kil oder kli, je nachdem die Unruhe zuerst in der einen oder anderen Richtung elongirt wird. Bei der in der Zeichnung angenommenen Stellung des Zahnes k ist aber der Erfolg derselbe; im ersten Falle geht der Zahn k ohne die Auslösungsfeder m zu berühren, so lange fort bis die Unruhe zurückschwingt, wobei er in entgegengesetzter Richtung sich der Auslösefeder m nähert und dieselbe ohne auf die Hemmfeder zu wirken, in der Richtung kli überschreitet. Im zweiten Falle schlägt der Zahn k diese Richtung gleich anfänglich ein. Bewegt sich der Zahn aber wieder gegen m zurück, so findet eine Auslösung des Hemmungsrades Statt, dasselbe springt um einen Zahn vor, und ertheilt hier bei der Unruhe durch die Einwirkung eines seiner Zähne auf die Stoßfläche aq die nöthige Beschleuni-

gung. Beim Rückschwunge der Unruhe geht der Zahn k an m neuerdings ohne Wirkung auf die Hemmfeder nn vorüber, und erst wieder bei der neuen Schwingung erfolgt eine Auslösung des Hemmungsrades, welche Wirkungen sich nur so lange wiederholen werden, als das Hemmungsrad die nöthige Triebkraft erhält.

Die Regeln, welche bei der Ausführung dieser Hemmung zu befolgen sind, bestehen kurz in Folgendem.

Die Größe und die Anzahl Zähne des Hemmungsrades wird als gegeben betrachtet, somit kann dasselbe bis auf die Hinterflächen seiner Zähne gezeichnet werden, wenn man zugleich die Neigungen der Vorderflächen derselben als bekannt voraussetzt, und die Breite an der Basis mit Rücksicht auf Festigkeit und möglichste Leichtigkeit des Rades bestimmt. Die Entfernung des Mittelpunktes der Unruhwelle d von jenem der Radwelle C bestimmt sich nach dem Radius der Rolle RS, welcher nach den besten Erfahrungen einer Zahnweite des Hemmungsrades gleich zu setzen ist.

Vergrößert man also die Gerade $\alpha\beta$ zur Gewinnung des nöthigen Spielraumes zwischen Rolle und Zähnen nur ein wenig und beschreibt mit derselben aus $\alpha$ und $\beta$ zwei Kreisbogen, so gibt ihr Durchschnitt den Punkt d, aus welchem man wieder mit $\alpha\beta$ einen Kreis verzeichnet, welcher der Querschnitt der Rolle RS sein wird. Beschreibt man aber aus dem Mittelpunkte d mit dem Halbmesser $d\beta$ einen Kreisbogen, so erhält man die Begrenzung der hintern Zahnfläche, bis auf den kurzen ebenen Theil $\delta\varepsilon$, welcher willkührlich ist. Die Hemmfeder nn wird so gestellt, daß ihre Längenrichtung durch den Mittelpunkt der Unruhwelle d geht. Wegen des kleinen Umbuges an dem Ende n dieser Feder erhält die Auslösungsfeder mm eine hinreichende Abweichung von dem in der Richtung dn gelegenen Radius der Welle d, so daß der Zahn k das Ende der Feder m ergreifen kann. Bevor er noch durch jenen Radius hindurchgeht, was für eine sichere Auslösung wünschenswerth ist. Zur Vermeidung starker Vibrationen der Hemmungsfeder, welche auf die Unruhe schädlich wirken könnten, ist es gut, den Steg T so zu stellen, daß die Anschlagschraube v in den Mittelpunkt des Stoßes der Hemmungsfeder fällt. Die Stelle des Hemmungszahnes c ergibt sich aus der

Lage der Zahnspitzen bei der Hemmung des Rades A. Nachdem diese durch die Stellung der Rolle RS gegen das Rad fixirt ist, wie aus der Zeichnung zu ersehen, so bedarf die Bestimmung dieser Stelle keiner weitern Erläuterung. Zur Sicherung der Hemmung gibt man dem Zahne c eine mit der Vorderfläche des anliegenden Zahnes $\gamma$ beinahe gleich gerichtete Fläche, wobei dieser den Zahn c selbst zurück hält, sonach das Rad sich nicht, in Folge einer leichten Erschütterung der Hemmungsfeder, frei machen kann. Der Einschnitt aqp in die Rolle RS erhält mit Rücksicht auf die Stellung des Auslösezahns k eine Lage wie sie die Zeichnung darstellt, wo also in dem Momente als das Rad A frei geworden ist, ein Zahn $\alpha$ desselben in dem Ausschnitte sich befindet, und noch einen kleinen Bogen von $6-10^0$ zu durchlaufen hat, bis er die Stoßfläche aq trifft. Der Durchmesser der Rolle ikl richtet sich nach der Größe des zum Auslösen des Zahnes c nöthigen Hebungsbogens des Federendes m und zum Theil nach der Länge des Zahnes k. Es genügt jedenfalls, wenn derselbe die Hälfte des Radius der Rolle RS erhält. Endlich muß die Feder nn nur gerade jenen Widerstand leisten, welcher zur Zurückführung des Zahnes c in seine frühere Stellung nothwendig ist, wenn die Feder durch den Zahn k gegen T gedrückt worden war, welches erreicht wird, wenn die Feder jedesmal an die Anschlagschraube zurückfällt. Weil eine Feder von der in der Zeichnung dargestellten Form nach ihrer Anfertigung einen bestimmten Grad von Elasticität besitzt, welcher für den beabsichtigten Zweck leicht zu groß oder zu klein sein kann, eine Aenderung derselben aber nur mit einer neuen Bearbeitung möglich ist, so hat man in neuester Zeit statt dieser Feder einen zweiarmigen Hebel als Träger des Hemmzahnes c und der Auslösefeder mm gewählt, an dessen Drehungsaxe das innere Ende einer Spiralfeder befestiget ist, während das äußere Ende derselben außerhalb des Hebels seinen Fixpunkt hat, wodurch man die zum Rückfall des Hemmzahnes nöthige Elasticität gewinnt, die man leicht nach Bedürfniß durch Verlängerung oder Verkürzung der Spiralfeder reguliren kann.

40. Im hohen Grade mit der eben beschriebenen Hemmung übereinstimmend ist die freie Doppelradhemmung von Urban Jürgensen, welche dieser berühmte Uhrmacher in mehreren See-

uhren mit bestem Erfolge ausgeführt hat. Dieselbe ist in Fig. 47 in der Vorderansicht zu sehen. Das Stoßrad A, die Rolle RS oder der Hemmungskreis mit dem Einschnitte aqp, die Rolle ikl mit dem Zahne k, die Hemmungsfeder nn mit der Anschlagschraube v auf dem Stege T, dem Hemmungszahne c und der Auslösefeder mm, haben eine gleiche Einrichtung und Bestimmung wie die gleichen Bestandtheile in der Hemmung von Earnshaw. Nur das Hemmungsrad B ist diejenige Zuthat, durch welche sich diese Hemmung von der eben genannten wesentlich unterscheidet. Sein Hauptzweck besteht darin, dem gegen den Hemmungszahn c einfallenden Zahn des Hemmungsrades einen größern Abstand von der Drehungsaxe zu geben, als die Zähne des Stoßrades besitzen, wodurch derselbe gegen die Fläche des Zahnes c einen geringeren Druck ausübt, also auch eine kleinere Reibung beim Abziehen dieses Zahnes verursacht, was für den Gang der Unruhe, welche beim Auslösen des Hemmungsrades diese Reibung zu überwinden hat, nicht ohne günstige Folgen sein kann.

Man kann annehmen, daß der Radius des Rades B noch einmal so groß sei, als jene des Rades A, wodurch der Druck und die davon herrührende Reibung auf dem Zahne c nur halb so groß ist, als wenn die Zähne des Stoßrades A die Ruhe bewirken müßten. Da die Verrichtungen für den Stoß und die Ruhe auf die Zähne beider Räder vertheilt werden, so können sich dieselben nicht so abnützen, als wenn die Zähne eines Rades beides zu leisten hätten. Diese beiden Räder können daher auch viel leichter gehalten werden, als das einfache Stoß- und Hemmrad der Earnshaw'schen Hemmung, wobei ihr Gesammtgewicht nicht viel größer auszufallen braucht, als jenes des letzteren Rades. Ein weiterer Vortheil dieser Hemmung muß auch noch darin gefunden werden, daß der Hemmungskreis RS einen bei Weitem größern Halbmesser erhält, als bei der Hemmung von Earnshaw, wodurch die Kraft des Steigrades viel gleichförmiger und in einem kleinen Hebungsbogen auf die Unruhe übertragen wird, was zur Hervorbringung einer gelinden Führung der Unruhe und Verminderung der Reibung auf den Stoßflächen wesentlich beiträgt. Das Spiel dieser Hemmung so wie die Verfahrungs-

weise bei der Construction derselben dürfte nach dem bisher Angeführten von selbst und aus der Zeichnung verständlich sein.

41. In den Hauptprincipien mit der Hemmung von Earnshaw übereinstimmend, und nur in der Anordnung einzelner Theile etwas verschieden, ist die freie Hemmung von Arnold eingerichtet. Fig. 48 stellt diese Hemmung mit ihren wesentlichen Bestandtheilen in einer Vorderansicht dar. An der Welle C ist das Hemmungsrad A befestiget, dessen Zähne $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ .. gewöhnlich 12 an der Zahl, an der Vorderfläche abgerundet und nach rückwärts geneigt sind, während ihre hintere ebene Fläche beinahe in der Richtung des Radius und nur um etwas Weniges gegen die Basis des Zahnes zurückspringt. An den Enden der Zähne erheben sich aber senkrecht auf die Radebene prismatische Ansätze, ähnlich jenen des Lepine'schen Hemmungsrades, welche in der Zeichnung nur im Querschnitte sichtbar gemacht sind. Dieselben finden ihre Anwendung beim Anhalten des Hemmungsrades, d ist die Welle der Unruhe, sie trägt in der Radebene A den Hemmungskreis R S mit dem Einschnitte p q a, und der Stoßfläche a q, welche hier in der Richtung eines Radius des Hemmungkreises steht, dann über demselben die kleinere Rolle i k l mit dem Auslösezahn k. Die Hemmungsfeder n n, bedeutend über die Ebene des Rades A gestellt, ist in ihrem Fuße B auf eine zweckmäßige Weise befestiget, hat eine zum Hemmrade A tangentiale Lage, und ist gegen die Unruhwelle d so gerichtet, daß ein gegen ihr abgerundetes Ende gezogener Radius der Welle d mit ihrer Längenrichtung parallel steht. In einer kleinen Oehre trägt dieselbe den Hemmungszahn c, an welchem sich die prismatischen Ansätze der Zähne des Rades A stützen können. Seine Fassung legt sich gegen das Ende der Schraubenspindel v, die auf dem Stege T ihre Muttergewinde hat. Die Hemmungsfeder sucht vermöge der Wirkung ihrer Elasticität beständig an der Anschlagschraube v zu verbleiben und kehrt augenblicklich in diese Lage zurück, wenn sie durch irgend eine Kraft daraus entfernt worden ist. Dadurch ist dem Hemmungszahne c eine stets gleiche Lage gegen die Zähne des Rades A gesichert, und um einen anliegenden Zahn $\gamma$ nicht durch eine Erschütterung der Feder n n auszulassen, ist die Stoßfläche des Zahnes c fast übereinstimmend mit der anliegenden Fläche

des Zahnes γ gestellt, welcher bei der normalen Bewegung des Rades A gegen den Hemmungskreis R S hingeht, somit auch die Hemmungsfeder in dieser Richtung spannt, während bei den beiden vorigen Hemmungen durch den Druck der Hemmradszähne auf den Hemmzahn c die Feder gegen den Fußpunkt gepreßt, also der Gefahr einer Biegung und vorzeitiger Auslösung der Hemmung ausgesetzt wird.

Die Auslösefeder m m ist so angebracht, daß sie die Anschlagschraube v nicht berühren kann, ihre Function ist ganz dieselbe wie bei den vorigen beiden Hemmungen. Dasselbe gilt von dem Zahne k, und der Stoßfläche a q, welche hier deßwegen die radiale Richtung erhält, weil die krummen Flächen der Zähne des Rades A auf diese Weise den Stoß fast senkrecht auf diese Richtung übertragen und den Hemmungskreis gleichmäßig führen können. Das Spiel der Hemmung stimmt mit dem der Earnshaw'schen Hemmung vollkommen überein, bedarf daher keiner weiteren Erläuterung. Eben so müßte es überflüssig scheinen, die Grundsätze anzuführen, welche bei der Ausführung dieser Hemmung zu beobachten sind, nachdem sie, wie bereits bemerkt wurde, mit jenen für die Earnshaw'sche Hemmung aufgestellten fast ganz übereinstimmen, und das Abweichende der Construction der Arnold'schen Hemmung bemerklich gemacht worden ist.

Neben einer möglichst sorgsamen Arbeit und der Beobachtung der anerkannt besten Constructionsregeln, muß bei der Ausführung dieser Hemmung das Augenmerk vorzüglich darauf gerichtet sein, die Reibung an den sich berührenden Theilen so gering als möglich zu machen, dieselbe wo möglich stets gleichförmig zu erhalten, und diesen Theilen die möglichste Dauerhaftigkeit zu geben. Aus diesen Gründen findet man es nicht hinreichend, das Hemmungsrad aus dem besten Messing oder einer Legirung aus Silber und Gold, die Wellen, den Hemmungs- und Auslösezahn, die Stoßfläche des Hemmungskreises, so wie diesen selbst, dann die kleine Rolle und die Hemmungsfeder aus dem feinsten Stahle zu erzeugen, nach Bedürfniß zu härten und auf das sorgfältigste zu poliren; sondern man wählt wegen der größern Härte und Dauerhaftigkeit und einer geringeren Reibung, welche sogar die Anwendung des Oehles entbehrlich macht, für die Herstellung der

Stoßfläche ab im Hemmungskreise RS des Auslöse- und Hemmungszahnes k und c harte Edelsteine, am besten Rubin oder orientalischen Saphir, rundet alle Kanten und Ecken vollkommen ab, stellt zur Vermeidung des Rostes die Auslösefeder von Gold her und vergoldet auch die Hemmungsfeder. Dabei laufen die Zapfen des Hemmungsrades und der Unruhwelle, und wenn die Hemmungsfeder eine Drehungsaxe erhält, auch der Zapfen dieser Welle in Lagern aus harten Edelsteinen, und sind überdieß zur Vermeidung der geringsten Verschiebung und einer dadurch möglichen Aenderung der Reibung durch auf die Löcher eingesetzte Deckplatten aus Stein, gegen welche die Zapfenende drücken, in unveränderlicher Stellung erhalten.

42. In Fig. 49 Taf. 479 ist eine freie Hemmung mit constanter Kraft nach Verité's Erfindung in der Vorderansicht, in Fig. 50 aber in der horizontalen Projection anschaulich gemacht. A ist das Hemmungsrad, welches anstatt der Zähne mit Stiften versehen ist. In dasselbe greift eine Art von Anker, dessen Welle sich in a a befindet. Die Arme c e und f g sind bei e und g mit Hemmzähnen versehen, welche bei einer kleinen Drehung der Welle a dergestalt wirken, daß der Zahn e sich vor den anrückenden Stift α legt, wenn der Zahn g den Stift β ausläßt, wo bei jeder Bewegung der Ankerwelle a das Stiftenrad um eine halbe Stiftenweite in der Richtung von g nach k vorlaufen kann, wie dieses bei der ruhenden Stiftenhemmung, Fig. 36, der Fall ist. Auf der Welle b ist ein zweiarmiger Hebel i b k angebracht, dessen Arme jedoch gesondert sind, wie man dieß am deutlichsten in Fig. 50 sieht. Der Arm h k greift in den Stiftenkreis des Rades A, der Arm h i trägt mittelst einer Seidenschnur die kleine Kugel m, welche entweder frei schwebt, oder sich auf den Träger t stützen kann. Dieser steht, so wie auch der sogenannte Führer u auf dem Querstücke r s, welches auf eine passende Weise mit der Pendelstange P unterhalb des Aufhängepunktes q verbunden ist. Dabei ist es gleichgültig, ob das Pendel mit einer Schneide oder mit einer Feder, wie in der Zeichnung angenommen wurde, aufgehangen ist. Nur muß in letzterem Falle die Feder hinreichend breit sein, um die Pendelstange und somit auch den Träger r s vor Schwankungen zu bewahren, welche besonders bei einer schweren

Pendellinse die Hemmungsvorrichtung nicht nur stören, sondern auch beschädigen würden. An der Ankerwelle a ist noch der Hebelarm a n angebracht, dessen cylinderisches Ende n von dem hackenförmigen Theil des Führers u aufgenommen wird.

Das Spiel der Hemmung ist folgendes. Wird das Pendel bei gehöriger Umdrehungskraft des Stiftenrades A nach einer Seite, z. B. gegen s zu elongirt, so wird der Träger u und durch diesen das Hebelende n gehoben, die Welle a dreht sich, der an dem Zahne g anliegende Stift β kann entweichen, und trifft auf den Zahn c, welcher bei dem Niedergange des Ankers in den Stiftenkreis des Rades A eingetreten ist. In diesem Augenblicke ist ein Stift γ gegen das Ende des Hebels h k so weit angerückt, daß er das Ende i des Hebels h i und somit auch die Kugel m etwas gehoben hat, welche frei schwebt, da, während s sich erhebt, der Träger t sinkt, und daher mit der Kugel m außer Berührung kommt. Schwingt nun das Pendel zurück, d. h., elongirt es in der Richtung gegen r, so sinkt der Führer u, wogegen der Träger t steigt, und gegen das Ende der Schwingung der Kugel m so nahe kommt, daß er sie mit seiner kugelförmig ausgehöhlten Oberfläche beinahe berührt. Kurz bevor diese Schwingung vollendet ist, drückt der Haken des Führers u den Hebel a n nieder, der Stift β wird von dem Zahne e frei und das Rad A lauft um eine halbe Stiftenweite vor, dabei geht der Stift γ an dem Hebelende k vorüber, und es fällt gerade als die neue Schwingung des Pendels in der Richtung gegen s beginnt, die Kugel m in die Schale des Trägers t, und wirkt so lange auf das Ende r des Trägers r s, womit sie das Pendel beschleunigt, bis das Hebelende k an den Stift δ des Rades A stößt, womit das Sinken der Kugel beendet ist, und das Pendel frei fortschwingt. Nur am Ende dieser Schwingung läßt der aufsteigende Führer u wieder das Hemmungsrad A aus, der Zahn δ hebt die Kugel m, um ihre neue Wirkung vorzubereiten, welche bei gleichem Vorgange und unter denselben Bedingungen wieder erfolgt, wie so eben angegeben wurde. Man sieht, daß das Hemmungsrad bei jeder Pendelschwingung um eine halbe Stiftenweite vorläuft, daß aber das Pendel erst immer bei der zweiten Schwingung be=

schleunigt wird, wobei jedoch das Hemmungsrad nicht unmittelbar, sondern nur mittelst der Hebung der Kugel m auf das Pendel wirkt.

Nach dem ersten Anscheine sollte man glauben, daß das Pendel immer mit gleicher Kraft beschleuniget werde, da diese von dem Gewichte und der Fallhöhe der Kugel herrührt, welche beide, wenn sich nicht etwa die Länge des Seidenfadens ändert, an welchem die Kugel m hängt, als konstant anzusehen sind. Allein bei näherer Betrachtung findet man, daß diese Kraft auch die Auslösung des Hemmungsrades mittelst des Führers u bewirken müsse, welche einen kleinern oder größern Kraftaufwand fordert, je nachdem der Zug des Hemmungsrades, also auch der Druck des Stiftes gegen den ihn hemmenden Zahn so wie überhaupt die zwischen den Berührungsflächen derselben stattfindende Reibung kleiner oder größer ist. So wie sich daher der Auslösungswiderstand verändert, welchen constant zu erhalten streng genommen eine Sache der Unmöglichkeit ist, so ändert sich auch die beschleunigende Kraft des Pendels, daher denn der mit dieser Hemmungseinrichtung beabsichtigte Zweck als nicht vollkommen erreicht angesehen werden muß. Auch die verbesserte Kugelhemmung Verité's, so wie die von Winnerl und J. Wagner versuchte Anordnung der freien Hemmung mit constanter Kraft läßt, wie eine genauere Untersuchung derselben zeigt, immer noch kleine Variationen in der das Pendel beschleunigenden Kraft zu, so daß man behaupten kann, es sei das Problem einer freien Hemmung mit constanter Kraft noch nicht vollständig gelöset. Vergleiche Handbuch der Uhrmacherkunst von E. Schreiber, p. 180 u. f. f.

43. Zu den freien für Pendeluhren anwendbaren Hemmungen gehört die von Dr. Mohr in Coblenz erfundene freie Stiftenhemmung. Dieselbe ist in Fig. 51 in der Vorderansicht versinnlicht. A ist das gewöhnlich construirte Stiftenrad mit der erforderlichen Anzahl Stifte $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$, C seine Drehungsaxe, Pp stellt einen Theil des Pendels vor, welches an einer Feder aufgehangen ist, d ist die Ankerwelle. Der Anker dmn hat eine solche Construction, daß seine beiden Arme dnc und dmb über derselben Ebene des Stiftenrades spielen. Die eine Palette abm

ist wie gewöhnlich in unveränderlicher Stellung mit dem Ankerarm d m verbunden, die zweite n c aber kann ihre in der Zeichnung dargestellte Lage verändern, indem sie um eine Axe bei n drehbar ist, und durch Einwirkung einer Feder auf einem Stift bei c aufgehoben werden kann. In der eben bemerkten Lage schließt sich ihre schiefe Fläche bei c an jene a b der Palette b m, wobei die innere und äußere Begränzung beider Paletten einerlei von dem Mittelpunkt d aus beschriebene Kreisbogen bilden. Mit der Ankerwelle d ist ein Hebelsarm d e verbunden, welcher ein Gewicht g trägt, wodurch dieser Arm gegen die Pendelstange getrieben wird. Um ihn in einer bestimmten Stellung zu erhalten, dient die Anschlagschraube v, welche ihr Muttergewinde in dem außerhalb des Ankers befestigten Stege T hat. Durch diese Schraube läßt sich die Stellung des Hebelarms d e so reguliren, daß die Gerade d b, welche durch den Mittelpunkt der Ankerwelle und die Kante b der Palette a b gezogen werden kann, in der Ruhelage des Ankers durch die gegen r gekehrte Kante des an der Palette a m ruhenden halbcylindrischen Zahnes γ geht. Das Ende e des Hebelarmes d e, welcher in der Ebene der Bewegung der Pendelstange p P liegt, trägt eine kleine Rolle aus gehärtetem und polirtem Stahle, die gegen eine auf der Pendelstange bei p angebrachte aus demselben Materiale bestehende Stoßplatte wirken kann.

Das Spiel der Hemmung ist nun folgendes. Das in Ruhe befindliche Pendel wurde gegen c hin elongirt, so wird bei einem gewissen Elongationswinkel die Platte bei p an die Rolle e stoßen, wobei das Gewicht g ein wenig gehoben, und ein Stift γ des Hemmungsrades, welches vermöge des ihm innewohnenden Zuges in der Richtung α β γ . . umläuft, auf den Ruhebogen a r gelangt. Die bewegliche Palette c o kann nun ungehindert der Feder f h folgen, und sich von der Palette a m entfernen, gegen welche sie möglicher Weise vorher durch den Stift γ gedruckt wurde. Ihr Ende c kann sich aber bei absichtlicher Begränzung ihrer Erhebung von a nicht weiter entfernen, als um eine halbe Stiftenweite oder etwas Weniges darüber. Hierdurch ist aber der Anker für den Durchgang des Stiftes γ geöffnet. Schwingt das Pendel zurück, so folgt die Rolle e der Platte p, indem das Gewicht g des He-

belsarm d e gegen das Pendel zieht; dabei gelangt aber der Stift $\gamma$ auf die Hebungsfläche a b der Palette b m, und indem er an derselben abgleitet, ertheilt er dem Ankerarm d m in der Richtung a m einen Stoß, welcher durch die Rolle e dem Pendel mitgetheilt, und dieses somit beschleuniget wird. In dem Augenblicke aber, als der genannte Stift die Kante b der Hebungsfläche a b verläßt, ist auch die Bewegung des Ankers zu Ende, indem der Arm d e sich an die Anschlagschraube v legt. Gleichzeitig wird aber auch das Rad A gehemmt, da bei dem Entgleiten des Stiftes $\gamma$ jener $\beta$ gegen die Ruhe des Ankers vorrückt, die ihm entgegenstehende bewegliche Paltte n c ergreift, und sie gegen die Palette a m drückt, womit der Anker geschlossen wird. Kehrt nun das Pendel wieder gegen den Anker zurück, so drückt die Platte p neuerdings gegen die Rolle e, der Hebel e d bewegt den Anker so, daß der Stift $\beta$ von der beweglichen auf die feste Palette übertritt, erstere springt zurück, und der Stift $\beta$ kann beim Zurückfallen des Gewichtes g auf die Hebungsfläche a b gelangt, wieder ungehindert entgleiten, wobei er durch den dem Anker ertheilten Stoß, welcher sich auf die Rolle e fortpflanzt, das Pendel beschleuniget. Offenbar muß sich dieses Spiel der Hemmung so lange wiederholen, als das Stiftenrad die nöthige Zugkraft besitzt und das Pendel so weit elongirt, daß eine jedesmalige Auslösung der Hemmung erfolgt. Durch Verstellung des Gewichtes g auf der ihm zum Träger dienenden Schraubenspindel, läßt sich sein Einfluß auf die Hemmung so reguliren, daß er auf die Bewegung des Pendels nicht nachtheilig werden kann. Nach der Anordnung, welche Dr. Mohr dieser Hemmung giebt, wirkt das Ende des Hebels d e nicht, wie in der Zeichnung angenommen st, mit einer Rolle auf die Pendelstange in der Nähe ihres Aufhängepunktes, sondern gerade am unteren Ende derselben, so daß das Pendel über die Uhr aufgehangen werden muß. Hierdurch wird der Vortheil erlangt, daß es entweder nur nahezu gleiche Schwingunbsbogen machen kann oder stehen bleibt, weil bei geringer Abnahme dieses Bogens das Pendel die Hemmung nicht mehr auszulösen vermag. Hat das Stiftenrad eine gewisse constante Kraft und ist auch die Reibung an den Ruhen und den Hebungsflächen dieselbe, so erhält das Pendel eine bestimmte constante Beschleu-

nigung. Nähme die Kraft des Stiftenrades ab, so fiele auch die Beschleunigung kleiner aus und das Pendel kommt bald zum Stehen, wenn es nur mit einem geringen Kraftüberschuß im Gange war. Würde dagegen diese Kraft etwas vermehrt, so nähme die Reibung in Folge des größern Drucks der Stifte gegen die Ruhebögen zu, daher das Pendel den Zuwachs an Beschleunigung zur Ueberwindung jenes Wiederstandes verwenden müßte, welcher durch Vermehrung der Reibung erwachsen wäre. Ob das Pendel mit einem kleinern oder größern Kraftüberschuß schwinge, sieht man aus der Bewegung des Stiftes auf dem Ruhebogen der fixen Palette. Je größer die Bewegungskraft des Pendels ist, desto weiter elongirt es, desto mehr wird der Hebelarm d e gehoben, und einen desto größern Weg macht sodann der Stift auf dem Bogen a r, und umgekehrt. Gestattet man aber für die Veränderungen dieses Weges einen Spielraum von höchstens $\frac{1}{2}$ Linie, so kann auch in der Elongation des Pendels unter Voraussetzung daß d m = d e, an der Stelle der Stoßplatte p keine größere Differenz nach der Bogenlänge eintreten. Befindet sich nun diese Platte, statt welcher man auch eine Rolle anbringen kann, an dem untern Pendelende, so wird der einer Bogenlänge von $\frac{1}{2}$ Linie entsprechende Winkel um so kleiner ausfallen, je größer die Pendellänge ist. Stände z. B. die Stoßfläche p von dem Aufhängepunkt des Pendels um 43 Zoll ab, so enthielte der einer Bogenlänge von $\frac{1}{2}'''$ entsprechende Winkel etwas mehr als 3 Minuten. Hätte das Pendel bei einem Elongationswinkel von $10^{0}$ die verlangte Schwingungszeit, und würde sich derselbe um 4' ändern, so ginge das Pendel in 24 Stunden nur um die verhältnißmäßig kleine Zeitdifferenz von 4.''4 vor oder nach (§. 4). Sorgt man dafür, daß das Pendel auch bei einem kleinen Elongationswinkel die erforderliche Kraft besitze, und daß die Reibung an den Ruheflächen möglichst constant erhalten werde, so wird das Pendel, so lange es die Hemmung auszulösen vermag, immer eine nahezu gleiche Schwingungsdauer bewahren, und daher niemals zu jenen groben Fehlern im Gange der Uhr Veranlassung geben, welche bei andern Hemmungen aus der Aenderung des Elongationswinkels entstehen.

### c) Das Räderwerk.

44. Das Räderwerk der Uhr wird aus denjenigen mit einander im Eingriffe stehenden Rädern gebildet, welche zur Fortpflanzung der Kraft des Bewegungsapparates bis an den Regulator dienen, wobei also das Hemmungsrad mit inbegriffen ist. Nachdem in dem Artikel „Räderwerk, Encyklop., XI. Band, S. 455 u. s. f." bereits alles dasjenige auseinander gesetzt wurde, was auf die Form der Zähne im Rad und Getrieb das Verhältniß der beiderseitigen Durchmesser die Uebertragung der Kraft von dem einen auf das andere, die Reibungswiderstände an den Zahnflächen und an den Zapfen der Wellen, die Anzahl der Umgänge zweier oder mehrerer mit einander im Eingriffe stehenden Räder u. s. w. Beziehung hat; so erübriget hier nur noch dasjenige hinzuzufügen, was bei der Anordnung der Räder verschiedener Gehwerke mit Rücksicht auf die Schwingungsdauer der dabei angewendeten Regulatoren in Betrachtung kommt.

So mannigfaltig auch die Anordnung der Räder in Uhren von verschiedener Größe und Einrichtung erscheinen mag, so gibt es doch gewisse Räder, welche sich bei jeder Uhr in derselben Reihenfolge und mit denselben Vorrichtungen vorfinden, welche sonach ganz zweckmäßig als Anhaltspunkte bei der näheren Betrachtung des Räderwerkes dienen können. Diese Räder sind: 1) das Bodenrad, auf welches der Bewegungsapparat unmittelbar einwirkt; 2) das Minutenrad, dessen Welle den Minutenzeiger führt, 3) das Mittelrad (mitunter Kleinbodenrad genannt); 4) das Hemmungsrad. Bei den gewöhnlichen Pendeluhren kommen selten mehr oder weniger Räder als die eben aufgezählten, bei Taschenuhren aber nie mehr als deren fünf vor. Nur ändern sich bei letzteren Uhren die Namen dieser Räder in etwas. Das Bodenrad heißt bei diesen Uhren Schneckenrad (wenn mit diesem Rade eine sogenannte Schnecke in Verbindung tritt; vergl. Ecyklop. Band V., S. 511) oder Federhausrad, das zwischen Mittelrad und Hemmungsrad stehende, führt den Namen Kronrad, bei ordinären Uhren, oder Sekundenrad bei Uhren mit einer anderen als der Spindelhemmung. Diese Räder befinden sich in einem Gestelle, welches bei besseren Pendeluhren so wie bei den meisten Taschenuhren älterer Bauart aus zwei Messingplatten besteht, von

denen diejenige, über welcher das Zifferblatt zu liegen kommt, die Großboden-, die andere aber Kleinbodenplatte oder einfach Groß- und Kleinboden genannt wird. Beide werden durch vier messingene Verbindungsstücke, die Pfeiler genannt, zusammengehalten, in der Art, daß die Pfeiler in die Großbodenplatte eingenietet, in die Kleinbodenplatte mit cylindrischen Zapfen eingelassen sind, durch welche, um sie festzuhalten, Stifte aus Messing oder Eisen vorgesteckt werden. Mitunter, besonders bei sorgfältig und zierlich gearbeiteten Uhren, werden die Pfeiler durch Schrauben an der Kleinbodenplatte festgehalten. Bei Taschenuhren neuerer Construction fehlt öfters die Kleinbodenplatte, statt welcher zur Aufnahme der Wellzapfen sogenannte Stege angebracht sind, welche mittelst Schrauben an der Großbodenplatte befestiget sind. Thurmuhren haben Rädergestelle aus Schmiede- oder Gußeisen, wobei die Lager für die Zapfen meist aus Messing hergestellt werden, ordinäre Wanduhren aber, wie die sogenannten Schwarzwälderuhren, sind mit Rädergestellen aus Holz versehen, wobei die Zapfen der Radwellen in messingenen Futtern laufen. Die Räder selbst sind nur bei Thurmuhren aus Guß oder Schmiedeeisen, in neuerer Zeit aber auch aus Gußmessing, bei allen andern Uhren aus Messing, selten aus Schmiedeeisen, und ausnahmsweise nur aus Holz, Elfenbein &c. hergestellt; die Getriebe bestehen aus Stahl, mitunter aus Guß- oder Schmiedeeisen, bei den sogenannten Laternengetrieben sind die Triebstöcke aus Stahl- oder Eisendraht bereitet. Die Zapfen der Wellen bestehen fast bei allen Arten von Uhren aus Stahl, nur bei unvollkommen ausgeführten Thurmuhren aus Eisen.

45. Bei dem Räderwerke der Uhr können folgende Aufgaben gestellt werden: a) die Schwingungsdauer des Regulators aus der Anzahl Zähne der Räder und Getriebe des Räderwerkes zu finden; b) zu ermitteln, in welcher Zeit ein beliebiges Rad, z. B. das Bodenrad der Uhr einmal umläuft oder wie viele Umläufe ein Rad in einer bestimmten Zeit vollbringt; c) Die Anzahl Zähne in Rädern und Getrieben zu finden, wenn die Schwingungsdauer des Regulators bestimmt und ein gewisses Rad in einer angegebenen Zeit nur einmal umlaufen soll; d) für eine gegebene Anzahl von Rädern die Anzahl der Zähne in Rädern und Getrieben zu finden, wenn ein bestimmtes Rad in einer ge-

gebenen Zeit einmal umlaufen, und auch die Schwingungsdauer des Regulators eine bestimmte sein soll.

Zur Auflösung dieser Aufgaben dienen folgende Anhaltspunkte:

1. Das Minutenrad läuft in der Stunde einmal um, oder wenn das Minutenrad fehlt, so geht ein anderes, gewöhnlich das Bodenrad in der Stunde um einen aliquoten Theil seiner Peripherie herum.

2. Die Anzahl Umgänge eines Getriebes während eines Umganges des eingreifenden Rades findet man, wenn man die Anzahl Zähne des Rades durch jene des Getriebes dividirt.

3. Es muß die Einrichtung der Hemmung bekannt sein, um zu wissen, ob während zwei Schwingungen des Regulators nur ein oder zwei Zähne des Hemmungsrades an einem bestimmten Punkte vorübergehen.

4. Die Anzahl Zähne eines Getriebes kann nicht leicht weniger als 6 betragen, übersteigt aber nur dann die Zahl 12, wenn das eingreifende Rad bedeutend viel Zähne hat, und mit großer Gleichförmigkeit wirken soll.

Sei also, um die Aufgabe in a) allgemein aufzulösen, D, C, B, A beziehungsweise das Boden- (Schnecken-), Minuten- Mittel- (Kron-, Sekunden-) und Hemmungsrad, und bezeichnen diese Buchstaben zugleich die Anzahl Zähne dieser Räder, ferner c, b, a, die Getriebe an der Welle des Minuten-, Mittel- und Hemmungsrades, wobei das Rad D in das Getriebe c, das Rad C in das Getriebe b und jenes B in das Getriebe a eingreift, bedeuten auch c, b, a die Anzahl Zähne dieser Getriebe, so erhält man die Schwingungsdauer des Regulators T in Sekunden ausgedrückt, — eine solche Hemmung vorausgesetzt, bei welcher während zweier Schwingungen das Hemmungsrad nur um einen Zahn oder eine Zahnweite vorläuft, — durch folgende Gleichung

$$T = \frac{1800 . a . b}{C . B . A} \ldots I$$

Während nämlich das Minutenrad C einmal umlauft, dreht sich das Rad B $\frac{C}{b}$ mal und jenes A, $\frac{C}{b} . \frac{B}{a}$ mal um seine Axe herum; während einer Umdrehung des Rades A macht aber der Regulator doppelt so viele Schwingungen als A Zähne hat, mit-

hin ist während $\frac{C}{b} \cdot \frac{B}{a}$ Umläufen, $2A \cdot \frac{C.B}{b.a}$ die Anzahl seiner Schwingungen; nun vergehen aber, während einer Umdrehung von C, 60 Minuten oder 3600 Sekunden, daher hat man, wenn T die Dauer einer Schwingung bezeichnet

$$\frac{2T.A.B.C}{ab} = 3600,$$

woraus obige Gleichung folgt. Sei z. B. a = b = 8, A = 30, B = 60, C = 64, so ist

$$T = \frac{1800 \cdot 8 \cdot 8}{30 \cdot 60 \cdot 64} = 1''.$$

In einem andern Falle findet man für A = 30, B = 70, C = 64, a = 8, b = 7

$$T = \frac{1800 \cdot 8 \cdot 7}{30 \cdot 64 \cdot 70} = \frac{3}{4}.$$

Wäre bei dem Räderwerke einer Taschenuhr D das Minuten-, C das Mittel- oder Kleinboden-, B das Sekunden- und A das Hemmungsrad, und wird eine Hemmung wie vorher vorausgesetzt, so findet man die Schwingungszeit des Regulators T in Sekunden

$$T = \frac{1800 \cdot a \cdot b \cdot c}{A \cdot B \cdot C \cdot D} \quad . \; . \; II$$

z. B. a = 7, b = 10, c = 10, A = 15, B = 70, C = 75, D = 80, so ist

$$T = \frac{1800 \cdot 7 \cdot 10 \cdot 10}{15 \cdot 70 \cdot 75 \cdot 80} = \frac{1}{5}''.$$

Bei der Lösung der Aufgabe b) geht man wieder von dem Minutenrade aus, und bleibt — da es sich zunächst um die Anzahl Umdrehungen eines gewissen Rades während einer Umdrehung des Minutenrades handelt, wenn das fragliche Rad zwischen dem Minuten- und dem Hemmungsrade steht, — bei dem Ansatze der Bruchfactoren für die Umdrehungszahlen der einzelnen Räder bei demjenigen stehen, dessen Nenner die Anzahl Zähne des Getriebes von jenem Rade enthält, von welchem man die Umdrehungszeit wissen will. Wäre D das Minutenrad, und es handelte sich um die Umdrehungszeit des Rades B, so wäre die Anzahl seiner Umdrehungen während eines Umlaufes von D

$$U = \frac{D}{c} \cdot \frac{C}{b} \; . \; . \; . \; III.$$

Nun findet man U : 1 = 60′ : x daher

$$x = \frac{60 . b . c}{C D} \ldots IV$$

die Umdrehungszeit des Rades vom Getriebe b in Minuten. Für die obigen Werthe von b, c, C und D ist

$$x = \frac{60 . 10 . 10}{75 . 80} = 1'$$

d. h. das Rad B macht in der Minute einen Umgang.

Handelt es sich dagegen um die Umdrehungszeit eines Rades vom Minutenrade abwärts, so fängt man mit dem Bruchfactor der Umdrehungszahl des nächstfolgenden Rades gegen das Minutenrad zu an, und bleibt bei demjenigen stehen, welcher die Zähnezahl des Minutengetriebes zum Nenner hat, das Produkt gibt die Umdrehungszeit des Rades in Stunden. Wäre z. B. wieder C das Minutenrad und man wollte die Umdrehungszeit des auf D folgenden Rades E wissen, so hat man nach dieser Regel die Umdrehungszeit

$$W = \frac{E}{d} . \frac{D}{c} \ldots (V.$$

Sei E = 180, D = 120, d = 12, c = 10, so ist

$$W = \frac{180 . 120}{12 . 10} = 180,$$

d. h. das Rad E käme in 180 Stunden oder $7\frac{1}{2}$ Tagen einmal um seine Axe herum.

Um die Aufgabe c zu lösen, geht man von dem Rade aus, dessen Umdrehungszeit gegeben ist, und schreitet, indem man die Anzahl Räder nach Willkür nimmt, in der Bestimmung der Umdrehungszahl der Räder bis zum Hemmungsrade fort. Das Produkt aus der Anzahl seiner Umdrehungen, der doppelten Anzahl seiner Zähne (die Hemmung wie früher angenommen) und der Dauer einer Schwingung des Regulators ist gleich der Umdrehungszeit jenes Rades, von dem man ausging. Sei z. B. t die Schwingungszeit des Regulators und T die Umlaufszeit des Rades D, so hat man nach dem eben Bemerkten

$$\frac{D}{c} \frac{C}{b} \frac{B}{a} . 2A . t = T.$$

Daher auch $A . B . C . D = \frac{T . a . b . c}{2 . t} \ldots VI.$

Sei nun T = 3600″, t = $\frac{1}{5}$″, so wird

$$A.B.C.D = a.b.c.9000.$$

Man findet in diesem Ausdrucke 7 unbekannte Zahlen; um sie zu bestimmen, nimmt man zuerst für die Anzahl Zähne der Getriebe jene Zahlenwerthe, welche sich dafür nach Punkt (4 eignen, also z. B. für b = 10, c = 10, läßt aber a noch unbestimmt. Nun nehme man für das Hemmungsrad eine passende Anzahl Zähne, z. B. 15, so ist jetzt 15.B.C.D = a.100.9000 oder auch B.C.D = a. 20.6000.

Sucht man nun die einfachen Factoren von 20 und 3000, so erhält man B.C.D = a.2.2.5.3.2.5.2.5.2.5.; diese Factoren, a mit begriffen, sollen die Zahlen B, C und D geben. Man combinirt dieselben so, daß die Producte nicht gar zu viel verschieden sind, wodurch man 2.2.2.2.5 = 80, ferner 3.5.5 = 75, und 2.5.a erhält. Man kann also D = 80 C = 75 und B = 2.5.a setzen. Hierbei wäre es nun möglich a = 6, 7 oder 8 zu nehmen. Für a = 8 wäre B = 80 eine etwas große Zahl mit Rücksicht auf jene das Rad C und die Stellung des Rades B; man würde sich daher, um einen Siebner-Getrieb zu vermeiden, für die Zahl 6 entscheiden, wodurch B = 60 wird. Wäre noch die Bedingung vorhanden, daß B in der Minute einmal umlaufen müßte, so hätte man die Gleichung $\frac{B}{a}$. 2 At = 60, woraus wieder $\frac{B}{a}$ = 10 zum Zeichen, daß diese Bedingung bereits durch die Anzahl Zähne an den vorhergehenden Rädern und Getrieben erfüllt sei. Erhielte man bei der Combination für die Zähnezahl der einzelnen Räder zu große oder zu kleine Zahlen, so hätte man die Anzahl der Räder zu klein oder zu groß gewählt, und müßte dieselbe nach Bedürfniß abändern.

Die Aufgabe d) wird ganz nach der Formel aufgelöst, welche so eben zur Lösung der Aufgabe c) abgeleitet wurde. Der Unterschied beider Aufgaben besteht nur darin, daß in der Aufgabe d) die Räderzahl nicht geändert werden dürfte, wenn auch die Zahl der Zähne nicht entsprechend schiene. Mit Hilfe der bei der Behandlung der gestellten vier Aufgaben in Anwendung gebrachten Sätze und Verfahrungsarten ist man im Stande, alle möglichen hier einschlägigen Fragen mit Leichtigkeit zu beantworten.

d) Der Bewegungsapparat.

46. Der Bewegungsapparat ertheilt dem Räderwerke die zur Ueberwindung der Reibung seiner Theile und zur Beschleunigung des Regulators erforderliche Kraft. In gewissen Fällen kommt noch jener Kraftaufwand in Anschlag, welcher zur Bewegung des Zeigerwerkes verwendet werden muß.

Von dem Bewegungsapparate, wie er bei bessern Pendeluhren angewendet wird, und welcher im Wesentlichen aus einem Gewichte besteht, das an einer um die Walze des Bodenrades geschlagenen Schnur hängt, ist bereits in dem Artikel „Räderwerk", Band II. S. 505. u. ff. gehandelt worden, wo auch die Einrichtung auseinander gesetzt worden ist, welche das Aufziehen der Uhr überhaupt möglich macht, wenn das Gewicht abgelaufen ist, und welche insbesondere wirkt, daß das Räderwerk der Uhr in seiner Bewegung nicht aufgehalten werde, ungeachtet während des Aufzuges der Uhr das Gewicht außer Wirksamkeit gesetzt wird. Diese eigenthümliche Vorrichtung führt den Namen Gegengesperre. Bei Pendel- und Taschenuhren, bei welchen eine Triebfeder das Räderwerk in Bewegung setzt, die in einem hohlen Cylinder, dem Federhause sich befindet, ist die Einrichtung, nach welcher die Feder mit dem Bodenrade in Verbindung gebracht, und nachdem sie sich abgewickelt hat (abgelaufen ist), wieder gespannt oder aufgezogen wird, nach Verschiedenheit der Uhren mannigfaltig angeordnet. Auch dieß ist in der Encyclopädie Band V. S. 510 u. ff. bereits besprochen, wo auch der Stellung Erwähnung geschehen ist, welche einerseits ein zu vielmaliges Umdrehen der Feder um den Federstift beim Aufziehen, ein Ueberziehen oder eine zu starke Spannung derselben, anderseits ein zu weites Ablaufen oder Abspannen der Feder in entgegengesetzter Richtung verhindert, welche beiden Umstände dem Gange der Uhr oder auch der Unverletztheit ihrer Theile gefährlich sein würden.

Hier sind also nur noch jene Vorrichtungen bei Gewichtuhren anzuführen, welche häufig in Anwendung kommen und a. a. O. nicht aufgenommen worden sind; eben so muß noch die Einrichtung des Gegengesperres bei Taschenuhren der Vollständigkeit wegen hier seinen Platz finden.

Die Anwendung eines auf der Welle des Bodenrades concentrisch aufgesteckten Cylinders (Trommel), um welchen sich die Schnur mehrere Male umwickeln läßt, erfordert bei halbwegs starker Schnur einen ziemlich großen Abstand der beiden Böden des Uhrgehäuses, und sonach auch lange Wellen der Räder, und wenn das Räderwerk beim Aufziehen des Gewichtes nicht stehen bleiben soll, das Gegensperre oder eine andere Vorrichtung, welche während des Aufziehens das Räderwerk im Gange hält. Man sucht daher bei vielen Uhren die Trommel durch eine Rolle zu ersetzen, welche mit dem Bodenrade auf ganz gleiche Art wie die Trommel mit einem einfachen Gesperre verbunden ist, und beim Fallen des Gewichtes das Rad mit sich führt, beim Aufziehen aber ohne das Rad zu drehen, rückwärts laufen kann. Damit die Schnur eine sichere Auflage findet, ist die Rolle auf dem Umfange mit einer rinnenartigen Vertiefung versehen, deren Flächen absichtlich durch Einschnitte aufgerauhet sind, um die Schnur aus Seide oder Hanf vor dem Gleiten zu bewahren. Um noch die Reibung der Schnur in der Rinne zu vermehren, ist auch das andere Ende mit einem kleinen Gewichte belastet, welches beim Niedergange des Triebgewichtes mit gehoben werden muß. Fig. 52 zeigt diese Einrichtung in der Vorder- und Seitenansicht, D ist das Bodenrad, welches mit der Welle d unveränderlich verbunden ist. Auf diesem ist die Rolle R beweglich aufgesteckt, und wird durch die Platte pp in richtiger Stellung erhalten. Die dem Rade zugekehrte Seite der Rolle trägt das Sperrad ss, in welches der auf dem Rade gelagerte Sperrkegel k eingreift und durch die Feder f im Eingriffe erhalten wird.

So lange das Gewicht G wirksam ist, stemmt sich die Rolle gegen den Sperrkegel k, bewegt sonach auch das Rad in der Richtung, in welcher sie durch das Gewicht G getrieben wird. Hebt man dagegen dieses Gewicht, und ertheilt durch einen Druck oder Zug auf das Gegengewicht s der Rolle ein Bestreben sich in der Richtung kf umzudrehen, so heben die schiefen Flächen der Zähne des Sperrrades den Sperrkegel k, und die Rolle kann so lange in der zuletzt genannten Richtung umlaufen, so lange G gehoben und g niedergedrückt wird. Da nun aber während dieser Drehung der Rolle, der Sperrkegel k keinen solchen Druck erlei-

det, durch welchen das Bodenrad D ein Bestreben sich umzudrehen erhielte, so wirkt es auch nicht auf das Getriebe c, es bleibt also das Räderwerk stehen. Die Anzahl Umdrehungen des Bodenrades D während eines Ablaufes des Gewichtes G, hängt von dem Radius der Rolle R und von der Länge der Schnur ab, welche mittlerweile über die Rolle hinweggeht.

Die Schnur umfaßt den halben Umfang der Rolle R. Dreht sich dieselbe um einen Winkel x in der Richtung des Zuges von dem Gewichte G, so wird, von einem Gleiten der Schnur abgesehen, auf der Seite dieses Gewichtes ein so langes Stück der Schnur von der Rolle frei werden, so lange der dem Winkel x entsprechende Bogen vom Radius der Rolle (bis zur Mitte der Schnur gerechnet) ist. Natürlich muß auch um diese Länge das Gewicht G sinken und jenes g steigen. Das Gewicht G dreht also, indem es seinen ganzen der Länge der Schnur entsprechenden Fallraum durchläuft, die Rolle R und damit das Rad D so viel mal um, als der Umfang derselben in der Fallhöhe des Gewichtes enthalten ist.

Hiernach ist es ein Leichtes die Zeit zu ermitteln, durch welche eine Uhr mit dieser Anordnung des Bewegungsapparates zu gehen vermag, während das Gewicht G durch seinen ganzen Fallraum sinkt, wenn dieser, der Radius der Rolle und die Zeit eines Umlaufes des Bodenrades bekannt sind. Es habe z. B. das Bodenrad eine Umlaufzeit von 8 Stunden, die Rolle einen Radius von $1/2''$, das Gewicht einen Fall von $5'$, es frägt sich, wie lange die Uhr mit einem Aufzuge gehen kann. Man findet den Umfang der Rolle $\frac{22}{7}''$, welcher in der Fallhöhe nahezu 19·1 mal enthalten ist; die Uhr ginge sonach durch 152·8 Stunden oder 6 Tage 8 St. 50 Minuten. Bezeichnet überhaupt H den Fallraum des Gewichts, R den Radius der Rolle, T die Gangzeit der Uhr, t die Umlaufszeit des Bodenrades, so ist $T = \frac{H\,t}{2\,R\,\pi}$ ...(v. Sind nun drei von diesen Größen gegeben ($\pi$ ist das Kreisverhältniß), so kann man die vierte berechnen. Offenbar ist t von der Anzahl Räder vom Boden- bis zum Minutenrade und der Anzahl Zähne dieser Räder und ihren Getrieben abhängig, und kann nach Aufgabe b) §. 45 leicht bestimmt werden.

Würde bei demselben Fallraume und unveränderter Anordnung des Räderwerkes eine größere Gangzeit der Uhr gefordert werden, so ist dieses durch Anwendung von einfachen beweglichen Rollen oder förmlichen Flaschenzügen zu erreichen möglich. Fig. 53 stellt eine häufig vorkommende Einrichtung dieser Art vor. Die Schnur s ist in den zwei Punkten v und w befestiget. Bevor sie zu der Rolle R gelangt, geht sie von beiden Seiten zuerst über eine Rolle r, an deren Axe die einfachen Flaschen zur Aufnahme der Gewichte G und g eingehängt sind. Beim Ablaufen des Gewichtes G muß über die mit demselben in Verbindung stehende Rolle r eine Schnurlänge gleich der doppelten Fallhöhe hinweggehen. Da diese Schnurlänge aber auch über die Rolle R hinübergezogen wird, so ist klar, daß letztere dabei sich doppelt so viel Mal umdreht, als wenn nur die der Fallhöhe gleiche Schnurlänge über sie hinübergegangen wäre. Durch Anwendung von Flaschenzügen könnte man die Gangzeit drei-, vier- und noch öftermal größer machen, als diese bei der einfachen Schnur beträgt. Dabei muß aber auch das Gewicht G in demselben Verhältnisse vergrößert werden, als man die Gangzeit der Uhr auf diese Art verlängert, wobei noch keine Rücksicht auf die Reibungswiderstände der Rollen in den Flaschen genommen ist. Man bringt nur selten Flaschenzüge in Anwendung, sondern begnügt sich mit den einfachen Rollen.

Der Gebrauch der Rollen zur Verlängerung des Ganges der Uhr hat Veranlassung zu einer höchst sinnreichen Einrichtung des Bewegungsapparates gegeben, bei welchem die Construction des Bodenrades nicht nur vereinfacht, sondern auch noch der wichtige Zweck erreicht wird, beim Aufzug des Gewichtes den Gang der Uhr nicht zu stören. Fig. 54 stellt diese Einrichtung in ihren wesentlichen Bestandtheilen vor. Anstatt daß die Schnurenden wie bei der eben beschriebenen Rollenvorrichtung an zwei Fixpunkten befestiget werden, verbindet man sie mit einander und bildet eine Schnur ohne Ende. Diese wird über eine fixe Rolle T geschlagen, welche auf der Groß- oder Kleinbodenplatte ihre Drehungsaxe findet. Um ihre Umdrehung nach dem Zuge des Gewichtes G zu verhindern, ist der eine Rand der Rolle in ein Sperrrad verwandelt, in dessen Zähne der Sperrkegel u eingelegt ist, der durch sein eigenes Gewicht im Eingriffe erhalten wird.

Die Rolle R sitzt an der Welle des Bodenrades fest. Das Gewicht G wirkt mit seiner halben Kraft auf Umdrehung der Rolle R und geht dadurch nieder, während die andere Hälfte dieser Kraft durch den Sperrkegel u im Gleichgewichte gehalten wird. Erfaßt man die äußere Schnur, welche über die Rolle des Gegengewichts g läuft und übt einen hinreichenden Zug nach abwärts aus, so löst sich der Sperrkegel u aus der Rolle T, dreht sich nach der Richtung dieses Zuges, indem der Sperrkegel beständig über den schiefen Flächen der Zähne abfällt, und das Gewicht G steigt in die Höhe, ohne dabei in seiner Wirkung auf die Rolle R und somit auf die Bewegung des Räderwerkes gestört zu werden. Läßt man die Schnur aus, so verhindert der Sperrkegel u das Zurückgehen der Rolle T in der Richtung des Zuges von G, und die Schnur kann nur über die Rolle R dem Gewichte G folgen.

47. Die Einrichtung, bei welcher die Schnur über eine Rolle geführt wird, hat den Nachtheil, daß die Schnur nach und nach glatt wird und über die Rolle gleitet, wodurch leicht eine Störung des Gangs der Uhr veranlaßt wird, jedenfalls dieselbe eher aufgezogen werden muß, als dieses nach der vorhandenen Fallhöhe nothwendig wäre. Man sucht diesem Uebelstande dadurch zu begegnen, daß man die Rinne außer der bereits bemerkten rauhen Oberfläche noch mit Spitzen versieht, welche sich in die Schnur eindrücken, und dann erst wieder herausziehen, wenn der betreffende Theil derselben die Rolle verläßt. Dieß hat aber zur Folge, daß die Schnur manchmal an den Spitzen hängen bleibt, und sich dann stoßweise ablöst, was in doppelter Beziehung den Gang der Uhr stört.

Man hat daher, besonders bei ordinären Pendeluhren mit Gewichten, bei welchen eine Abnützung der gedrehten hänfenen Schnur um so schneller eintritt, jetzt statt der Schnur Ketten aus Messing oder Eisendraht in Anwendung gebracht, deren Glieder von durchaus gleicher Größe sich abwechselnd in die Spitzen legen, welche in der Rinne der Rolle in angemessener Entfernung radial eingesetzt sind, wie dieses in Fig. 55 zu sehen ist. Diese Einrichtung gewährt bei gehöriger Ausführung hinreichende Sicherheit gegen das Abgleiten der Kette, und zeigt wenigstens in seiner An-

wendung auf gemeine Uhren, wie die Schwarzwälder sind, keinen nachtheiligen Einfluß auf den Zug des Gewichtes.

In dem Falle, als man die Schnur ohne Ende wegen ihrer bemerkten Nachtheile nicht anwenden will, aber auch die Kosten des Gegengesperres an dem Bodenrade bei Anwendung der Trommel scheut, demungeachtet den ununterbrochenen Gang der Uhr beim Aufzuge des Gewichtes nicht vermissen will, nimmt man zu einer Hilfskraft die Zuflucht, welche in einem Gewichte oder einer Feder besteht, die während des Aufzuges die Bewegung des Räderwerkes unterhalten. Eine einfache Vorrichtung dieser Art zeigt Fig. 56. Das Minutenrad C trägt auf einer seiner Radflächen von einander gleichweit entfernte Stifte m, n, o, p ... an welche das Ende des Hebelarms ab angreifen kann. Das Gewicht K, welches am andern Hebelarm ac angebracht ist, treibt mittelst des Hebelendes b den einen Zahn, z. B. n des Rades C so lange, als das Gewicht G aufgezogen wird, und erhält dadurch das Räderwerk im Gange. Daß in das Minutenrad mehrere solche Stifte eingesetzt sind, hat seinen Grund darin, daß man zu jeder beliebigen Zeit oder vielmehr in jeder beliebigen Stellung des Rades C den Hebel cb auf dasselbe wirken lassen kann. Zur Abstellung des Hebels dient ein sogenanntes Knie, welches dem Hebelende b wohl eine Bewegung nach aufwärts aber nicht in entgegengesetzter Richtung gestattet, so daß durch Umschlagen des Theiles b der Hebel in jedem beliebigen Augenblick aus dem Angriffe auf eineu der Zapfen gebracht werden kann, wobei man das Gewicht K unterstützt. Oft ist das Gewicht durch eine Feder ersetzt, welche so lange auf den Hebel cab wirkt, bis der Theil b aus dem Zapfenkreis des Rades heraustritt. Fig. 57 stellt diese Einrichtung dar. Die Feder de ist in e fest, mit dem andern Ende durch eine Schnur in das Hebelende c angehängt. Zwischen a und b ist eine andere Schnur f befestiget, welche man nieder zieht, wenn die Feder das Gehwerk der Uhr treiben soll. Dadurch wird c in die Höhe gezogen, die Feder also gespannt und treibt sonach b ebenfalls nach aufwärts, wodurch das Rad C oben die richtige Bewegung erhält.

48. Das Gegengesperre bei Taschenuhren, welches vorzüglich bei Chronometern mit Schneckenrad seine Anwendung findet,

beruht auf demselben Prinzipe wie jenes bei Pendeluhren, nur weicht es in der Ausführung um etwas Weniges von jenem ab. Fig. 58 stellt das Gegengesperre des Schneckenrades mit den übrigen Bestandtheilen desselben vor. Auf der Welle e sitzt die Schnecke S fest, deren breitere Grundfläche das Sperrrad d trägt und so weit ausgedreht ist, daß der ringförmige Ansatz g des Sperrrades f f darin Platz findet. In demselben ist der Sperrkegel für d angebracht. Die Feder ab findet in dem ringförmigen Ausschnitte des Rades E den erforderlichen Raum; diese ist mit dem Stifte b in eine passende Oeffnung des Rades E mit dem Theile α des Stiftes a in das Sperrrad f eingesetzt. Das Ende β paßt in eine längliche Oeffnung des Rades E. Der Sperrkegel des Rades f f hat außer dem Schneckenrade seine feste Drehungsaxe und ist durch eine auf dem Großboden befestigte Feder in steten Eingriff erhalten. Ist nun das Schneckenrad mittelst der Kette mit der Trommel oder dem Federhause in Verbindung, und die Feder in derselben gespannt, so wird die Schnecke in der Richtung der Kette einen Zug erleiden, dem sie für sich allein deswegen nicht folgen kann, weil sich der auf dem Sperrade f sitzende Sperrkegel dagegen stemmt; durch diesen wird sonach auch das Sperrrad f in dieser Richtung gedreht; dabei nimmt es den Stift β mit sich, drückt also das Ende der Feder a gegen das auf dem Schneckenrade E festsitzende Ende b derselben und spannt somit dieselbe so stark, bis ihre Elasticitätskraft mit der Kraft der Triebfeder ins Gleichgewicht tritt, wobei zugleich der Sperrkegel h über etliche Zähne des Rades f abfällt, und an einem etwaigen Rückgange hindert. Die Zähne dieses Sperrrades haben sonach eine dem Zug der Kette und daher auch der Richtung der Zähne des Sperrrades d entgegengesetzte Richtung. Wird nun beim Aufziehen der Feder die Welle e des Schneckenrades dem Zuge der Feder entgegengesetzt gedreht, so geht das Sperrrad d unter dem Sperrkegel i hinweg, ohne dabei auf das Sperrrad f wirken zu können, welches, wie schon vorher bemerkt wurde, durch den Sperrkegel h in seiner Stellung gehalten wird. Da die Feder a b so lange gespannt bleibt, als die Triebfeder auf sie wirkt, so wird sie es auch noch in dem Momente sein, in welchem man die Triebfeder aufzuziehen beginnt, vorausgesetzt, daß dieselbe nicht ganz abgelaufen ist. Nun sucht

sich aber die Feder a b abzuspannen, und da der Stift a mit dem Ende β in dem Rade f, und dieses selbst fest steht, so kann dieses nur dadurch geschehen, daß sich das Ende b der Feder von a zu entfernen sucht, was, da der Stift in a mit dem Rade E verbunden ist, eine Drehung dieses Rades in der Richtung ba, in welcher dasselbe beim Gange der Uhr umläuft, zur Folge hat. Da das Aufziehen der Triebfeder nur einige Sekunden dauert, so legt das Rad E mittlerweile nur einen Winkel von wenigen Minuten (beiläufig 9 im Maximo) zurück, wobei sich die Feder a b nicht um vieles abspannen kann. Ist die Triebfeder wieder in Wirksamkeit, so spannt sie die Feder a b neuerdings bis zur früher bezeichneten Intensität.

### e) Das Zeigerwerk.

49. Wie oben angedeutet worden ist, so erhält das Räderwerk fast immer eine solche Einrichtung, daß das Minutenrad in der Stunde einmal umläuft. Der über den Großboden heraus verlängerte Zapfen seiner Welle ist sonach geeignet, einen Zeiger zu tragen, dessen Spitze während einer Stunde genau die Peripherie eines Kreises durchlaufen muß. Dieser Kreis ist auf dem Zifferblatte verzeichnet, meist eine mit weißem Emaille überzogene kupferne ebene oder etwas convexe kreisförmige Scheibe, welche bei größern Uhren an einer ebenen Messingplatte dem Blindblatt befestiget ist, und mittelst den Zifferblattpfeilern mit dem Räderhause in Verbindung steht. Manchesmal besteht das Zifferblatt aus einer versilberten oder vergoldeten Messing- oder Kupferplatte, von rechteckiger oder quadratförmiger oder auch kreisrunder Form, und bei kleinen Uhren aus dünnen silbernen oder goldenen Platten, welche ohne Blindblatt mit Stiften an dem Räderhause befestiget werden. Bei gemeinen Hausuhren ist das Zifferblatt aus Holz, und auf der Fläche, über welcher sich die Zeiger bewegen, mit einem weißen lackirten Anstrich versehen. Es gibt auch Zifferblätter aus Glas (dem sogenannten Milchglas), Porzellan u. dgl. Bei Thurmuhren, wo das Zifferblatt von dem Uhrwerke ziemlich weit entfernt sein kann, benützt man oft gleich die Mauerfläche als Zifferblatt, indem man auf derselben die Stundenzahlen verzeichnet, oder auf eine andere Weise herstellt.

Der Kreis des Minutenzeigers ist gemeiniglich in 60 gleiche

Theile eingetheilt, so daß man aus der Bewegung des Minutenzeigers nicht nur den Verlauf der einzelnen Stunden, sondern auch der Minuten entnehmen könnte. Man will aber durch die Uhr auch erfahren, die wievielte Tagesstunde in dem Augenblicke der Beobachtung verflossen sei. Zu diesem Zwecke ist noch ein zweiter Zeiger erforderlich, welcher erst in 12 Stunden einen ganzen Umfang macht. Diesen Zeiger bringt man aber gewöhnlich nicht an einer Radwelle des Räderwerkes an, einestheils um die Anordnung des letzteren nicht zu sehr zu beschränken, und sich an eine bestimmte Zahl von Zähnen bei dem in das Minutenrad eingreifenden Rade (meist das Bodenrad) zu binden, anderntheils um nicht für den Stundenzeiger auf dem Zifferblatte einen eigenen und dann nothwendig kleinern oder größern Kreis als jenen des Minutenzeigers zu bedürfen. Beide Zeiger drehen sich daher meistentheils um dieselbe Axe, nämlich um jene des Minutenrades, und haben daher auch einen gemeinschaftlichen (conzentrischen) Kreis. Bezeichnet man den Nullpunkt seiner Theilung, welcher nach alt herkömmlicher Gewohnheit bei feststehenden Uhren in dem Durchschnittspunkt einer durch die Zeigeraxe gezogenen Verticallinie mit der Peripherie dieses Kreises fällt, mit XII und 60, dann der 5., 10., 15. ꝛc. Theilstrich, indem man bei der Zählung dieser Theilstriche vom Nullpunkt nach rechts fortschreitet, mit I., II., III. ꝛc., so erhält man neben der Beziﬀerung der Minutentheilstriche auch jene der Stunden. Während nämlich der Minutenzeiger in einer Stunde die ganze Peripherie dieses Kreises durchläuft, kann der zwölfmal langsamer fortschreitende Stundenzeiger in einer Stunde auch nur den zwölften Theil der Peripherie, d. i. 5 Theilstriche zurücklegen. Er befindet sich also, wenn er im Beginne des halben Tages auf dem Nullpunkte seine Peripherie, d. i. auf dem Theilstrich XII einsteht, nach Verlauf einer Stunde auf dem Theilstrich I, nach 2 Stunden auf dem Theilstrich II u. s. w., wobei aber der Minutenzeiger, wenn er mit dem Stundenzeiger gleichzeitig von dem Nullpunkte seines Kreises ausgeht, jedesmal auf diesen Punkt zurückgekehrt sein muß. Aus der Stellung des Stundenzeigers kann also leicht erkannt werden, wie viel ganze Stunden seit dem Beginne des halben Tages, d. i. seit Mittag oder Mitternacht, und aus jener des Minutenzeigers

wie viele Minuten noch über die ganze Stundenzahl verflossen sind, vorausgesetzt, daß die Uhr richtig gehe.

Um diese Bewegung des Stundenzeigers hervorzubringen, steckt man auf den verlängerten Zapfen der Minutenradwelle c Fig. 59 ein Rad M, welches conzentrisch mit einem hohlen Cylinder m, der Hülse, verbunden ist, und mittelst Reibung auf dem Zapfen festsitzt. Seine Zähne greifen in jene des zweiten Rades W des Wechselrades ein, dessen Getrieb w die Zähne des Rades S erfaßt. Dieses ist mit seiner Hülse n über jene des Minutenrades geschoben, jedoch so, daß beide sich leicht drehen können. Um aber eine durch die Berührung beider Hülsen möglicher Weise nachtheilige Reibung zu vermeiden, welche bei etwas größern Rädern und schweren Zeigern leicht eintreten kann, setzt man über das Rad M einen ebenfalls mit einer Hülse versehenen Steg T, welcher an den Großboden angeschraubt wird. Dadurch wird die Hülse des Rades S von jener des Rades M gänzlich geschieden, und dieses dreht sich allein um die feststehende Hülse der Brücke T T, kann also auch auf den Zapfen des Minutenrades keinerlei Druck ausüben. Das Rad M hat den Namen Viertelrad, jenes W heißt das Wechsel- und S das Stundenrad.

Damit bei einmaliger Umdrehung des Stundenrades das Minutenrad zwölfmal umgehe, hat man nach Aufgabe b §. 45

$$\frac{S}{w} \cdot \frac{W}{M} = 12 \text{ oder } S \cdot W = 12 \cdot w M \ldots \text{(u.}$$

Nimmt man, wie gewöhnlich geschieht, $W = M$, so ist $S = 12 \cdot w$, d. h. die Anzahl Zähne im Viertelrad und Wechsel sind gleich, das Stundenrad hat aber 12 Mal mehr Zähne als das Getrieb des Wechsels. Setzt man aber, wie auch öfters der Fall ist, $W = 2M$, so erhält man $S = 6w \ldots$ (v; d. h. gibt man dem Wechsel noch einmal so viel Zähne als dem Viertelrad, so muß das Stundenrad 6 Mal so viel Zähne erhalten, als das Getrieb des Wechsels. Der Abstand der Axe des Wechsels von jener des Viertelrades ergibt sich aus der Größe der Radien beider Räder. Um den Radius des Stundenrades und des Wechselgetriebes zu finden, hat man folgende Rechnungen zu stellen. Sei r der Radius des Viertelrades, so ist der Radius des Wechsels nach der letzten Annahme 2 r, somit der Abstand beider Axen 3 r;

heißt x der Radius des Stundenrades und y jener des Wechselgetriebes, so hat man $x : y = 6 : 1$ oder $x : (x + y) = 6 : 7$, also da $x + y = 3r$, $x = \frac{18}{7} r$, also $y = \frac{3}{7} r$.

50. Der Sekundenzeiger wird immer auf den verlängerten Zapfen einer Radwelle aufgesteckt. Bei Pendeluhren ist es die Welle des Steigrades, bei Unruhuhren aber jene des dem Steigrade vorangehenden Rades (welches darum allgemein Sekundenrad genannt wird, wenn es auch nicht in der Minute vollständig einmal umläuft), welche den Sekundenzeiger trägt. Der Sekundenzeiger hat meistentheils seinen eigenen Kreis, welcher in der Regel kleiner ist, als der Stunden- und Minutenkreis (excentrische Sekunden). Bei manchen Uhren steht die Axe des Sekundenzeigers in der Mitte, und der Mittelpunkt des Stunden- und Minutenkreises außer der Mitte, wobei häufig beide letzteren Kreise gesondert sind, oder es haben alle drei Zeiger eine gemeinschaftliche Axe (Sekunden aus der Mitte) und somit einen gemeinschaftlichen Kreis. Letzterer Fall kommt seltener vor.

Pendeluhren mit dem Sekundenzeiger haben in der Regel eine solche Einrichtung, daß der Sekundenzeiger nach Verlauf einer Sekunde jedesmal auf den nächsten Theilstrich seines in 60 Theile getheilten Kreises springt. Bei tragbaren Uhren ist dieß nur selten der Fall. Meistens geht der Sekundenzeiger in der Minute bloß einmal in seinem Kreise herum, ohne auf einen Theilstrich desselben sicher einzustehen (schleichender Sekundenzeiger) oder er geht zwar sprungweise, steht aber erst immer nach einer bestimmten Anzahl von Sprüngen auf einen Theilstrich ein. Das Vorhandensein des Sekundenzeigers hängt von der Anordnung des Räderwerkes der Uhr ab. In §. 45 ist bereits beispielsweise die Einrichtung desselben für eine Pendel- und eine Taschenuhr mit einem Sekundenzeiger vorgekommen. Näheres soll noch bei der Betrachtung der Einrichtung einzelner Uhren angeführt werden.

51. Der Datumzeiger kommt bei vielen Pendel- und Taschenuhren in Anwendung. Seine Einrichtung beruht ganz einfach darauf, daß über die Hülse des Stundenrades das mit einer Hülse versehene Datumrad aufgesteckt ist, dessen Zähne, 31 an der Zahl,

jenen eines Sperrrades ähnlich sind. Das Stundenrad S, Fig. 60, greift in einen Wechsel W, welcher doppelt so viele Zähne hat als das Stundenrad, daher nur alle 24 Stunden einmal umgeht. Er trägt an geeigneter Stelle einen Stift s, den sogenannten Sprengstift, welcher in einen Zahnschnitt des Datumrades eingreifen, und somit bei seinem Durchgange einen Zahn desselben mit sich nehmen kann. Da dieses Rad 31 Zähne hat, so kommt es in 31 Tagen, also in den längsten Monaten, einmal herum. Hat aber der Monat nur 30 oder wie der Februar nur 28 oder 29 Tage, so bleibt der Monatzeiger um 1, 2 oder 3 Tage zurück, und muß mit Anfang des neuen Monates vorgeschoben werden. Jene Einrichtung des Datumrades, bei welcher es von selbst vom letzten eines jeden Monates auf den ersten des folgenden Monates springt, heißt der regulirte Datum. In neuerer Zeit hat man diese Vorrichtung sehr vereinfacht. In Fig. 61 ist ein regulirter Datum der einfachsten Art ersichtlich gemacht, und hier deßwegen aufgenommen, weil er seiner sinnreichen Construction wegen eine Anerkennung verdient.

W stellt das Wechselrad, welches man sich mit dem Stundenrade im Eingriffe vorstellen muß, D das Datumrad vor. Könnte der Sprengstift s immer nur einen Zahn dieses Rades ergreifen, so würde dasselbe auch jedesmal nur um den 31sten Theil seiner Peripherie vorgeschoben, wie vorher erklärt wurde. Auf dem Rade D sitzt aber ein zweiarmiger Hebel cd, welcher in b seine Drehungsaxe hat. Das Ende c desselben kann aber mehr oder weniger über den unter ihm liegenden Zahn hervortreten, wodurch der Sprengstift s, wenn er statt des Zahnes das Hebelende c faßt, das Datumrad um einen größern Winkel als mit dem Zahne allein vorschiebt. Es läßt sich leicht finden, um wie viel c über jenen Zahn hervorragen müsse, damit der Sprengstift s das Rad um 2, 3, oder 4 Zähne auf einmal fortschiebe. Dabei nähert sich das andere Hebelsende d dem Mittelpunkt des Rades D um so mehr, je weiter c aus den Zähnen desselben heraustritt. Damit der Hebel cd in jener Stellung des Rades D, bei welcher ein Verschieben (Springen) desselben durch das Ende c bewirkt werden soll, um die erforderliche Länge aus den Zähnen heraustrete, befindet sich auf der Zapfenhülse des Rades D ein

zweites Rad R aufgesteckt, in dessen Zahnschnitte das Hebelsende d eingreift. Von der Tiefe derselben hängt das Heraustreten des Endes c ab. Wird das Rad R in jedem Monat um einen Zahn verschoben, so müssen die unter d tretenden Zahnschnitte eine Tiefe haben, bei welcher c entweder gar nicht, oder so weit über den betreffenden Zahn des Rades D heraustritt, daß der Stift s dieses Rad um 2, 3 oder 4 Zähne sprengt. Man braucht also die Zahnschnitte nur in der Reihenfolge der 12 Monate des Jahres so zu vertiefen, daß das Hebelende c im Monate Jänner, März, Mai, Juli, August, October und December nicht aus den Zähnen tritt, in den Monaten April, Juni, September und November sich so weit vorlegt, daß eine Verschiebung des Datumrades um 2 Zähne erfolgt, in dem Monat Februar aber eine Sprengung des Rades um 4 oder 3 Zähne verursacht, je nachdem das Jahr ein gemeines oder ein Schaltjahr ist. Da alle 4 Jahre ein Schaltjahr eintritt, in welchem der Monat Februar 29 Tage hat, und sonach am Ende desselben das Datumrad um 3 Zähne fortrücken muß, so gibt man dem Rade R 48 Zähne, von denen je 12 auf ein Jahr entfallen, und ordnet die Zahnschnittstiefe für den Monat Februar so an, daß dieselbe in 3 auf einander folgenden Reihen von 12 Zähnen, ein Fortrücken des Datumrades um 4 Zähne, in der vierten Reihe aber nur um 3 Zähne verursacht.

Damit aber das Rad R während eines jeden Monates um einen Zahn verschoben werde, um dem Hebelende d die rechte Zahntiefe darzubieten, greift in die Zähne desselben ein Getriebe a, welches auf der Ebene des Datumrades sitzt, und einen sogenannten Stern von eben so vielen Spitzen trägt, als es selbst Zähne hat. Derselbe wird durch einen Sperrkegel k, der durch eine Feder f g gegen die Zähne des Rades drückt, in einer gewissen Stellung erhalten. Bei jedem Umlaufe des Datumrades wird der Stern durch einen auf dem Großboden stehenden Stift um eine Spitze gesprengt, wobei sein Getriebe, das Rad R, etwas dreht. Soll dieses während 12 Monaten um 12 Zähne weiter rücken, so müssen auch 12 Zähne des Getriebes zum Eingriff gelangt sein. Erhält nun das Getriebe a 6 Zähne und der Stern 6 Spitzen, so geht dieser und somit auch das Getriebe in

12 Monaten 2 Mal um, und die aufgestellte Bedingung ist erfüllt. Dasselbe würde auch der Fall sein, wenn man eine andere Zahl für diese Zähne und Spitzen gewählt hätte.

52. Der Wochentagszeiger wird auf dieselbe Art zu Stande gebracht wie der Datumzeiger, nur daß hier, wenn auch der Datumzeiger vorhanden ist, das Wechselrad erspart werden kann, indem man gleich durch das Wechselrad des Datumzeigers auch das Wochentagsrad, welches ein Sperrrad mit 7 Zähnen ist, sprengen läßt. Eine kleine Modification in der Anordnung dieser Vorrichtung tritt ein, wenn der Wochentagszeiger bloß einen Halbkreis oder noch einen kleinern Bogen beschreiben, und nach Vollendung desselben immer wieder auf den Anfangspunkt zurück springen soll. Fig. 62 stellt die Anordnung dieser Vorrichtung dar. W ist das Wechsel-, S das Wochentagsrad, dessen Zähne so ausgetheilt werden, daß sieben derselben jenen Bogen einnehmen, durch welchen der Zeiger geführt werden soll. Der Sperrkegel dieses Rades ist ein zweiarmiger Hebel, der eine Arm k greift in die Zähne des Rades, der andere l hat eine Nase, welche, wenn sie hinreichend gehoben wird, von der Klinke b des zweiarmigen Hebels b a c gehalten wird. An der Welle des Rades S ist das innere Ende einer Spiralfeder r befestiget, während das andere mit dem auf dem Großboden befestigten Spiralhalter p verbunden ist. Indem der Sprengstift s nach und nach die Zähne des Rades S in der Richtung des Pfeiles forttreibt, spannt sich die Spirale r immer mehr, und würde das Rad zurück treiben, wenn nicht der Sperrkegel k jedesmal in einen Zahnschnitt einfiele. Hat der Zeiger seinen Lauf nach vorwärts (am Samstag) vollendet, so muß er Sonntags auf seinen Ausgangspunkt zurückkehren. Indem nun der mit Anfang des Sonntags fortzuschiebende Zahn $\alpha$ vor den Sprengstift s zu stehen kommt, schiebt ihn dieser zwar bis zum Auslassen vor sich her, der an den Sperrkegel k anliegende Zahn $\beta$ ist aber länger als die übrigen, drückt daher auch den Sperrkegel k weiter nach abwärts, ohne an ihm vorbeizugehen, wobei die Nase l so hoch gehoben wird, daß sie die Klinke b unterfängt, womit die Sperrung des Rades S aufgehoben ist. Nachdem auch der Sprengstift s den Zähnen desselben nicht im Wege steht, so kann es nun nur dem Zuge der

Spiralfeder r folgen und läuft so weit zurück, bis ein Anschlagstift d an dem Hebelsarm ac anfällt, und die Klinke b auslöst. Nun fällt der Sperrkegel k wieder in einen Zahnschnitt des Rades S, dessen Welle sich mit dem Zeiger bei richtiger Stellung des Stiftes d gerade um so viel gedreht hat, als zur Zurückführung des Zeigers auf den Anfang seiner Skale nothwendig war.

## B. Von den verschiedenen Arten der Uhren.

53. Nachdem in dem Vorhergehenden die Hauptbestandtheile des Gangwerkes der Uhr beschrieben worden sind, ist es nun an der Zeit, die einzelnen Arten der Uhren nach ihrer Einrichtung und Leistungsfähigkeit zu besprechen. Um eine Uebersicht über die verschiedenen Uhren nach ihrer Bauart, Gebrauchsweise, dem Grade ihrer Verläßlichkeit u. s. w. zu gewinnen, ist bereits früher die Eintheilung derselben in Pendel- nnd Unruhuhren als zweckmäßig bezeichnet worden. Es sollen sonach in dem Folgenden zuerst in einem Abschnitte die Pendeluhren, dann in einem zweiten die Unruhuhren, soweit als es mit dem Zwecke und den Grenzen dieser Abhandlung vereinbarlich ist, im Einzelnen erklärt werden.

### a) Pendeluhren.

54. Jede Uhr, welche als Regulator ein Pendel hat, ist eine Pendeluhr, wenn sie auch nach dem Orte ihrer Aufstellung, nach gewissen Nebenbestandtheilen u. dgl. öfters einen andern Namen führt. Unter die Pendeluhren gehören sonach alle Arten von Wand- und Stockuhren, die astronomischen und die Thurmuhren, ob sie mit Schlagwerken versehen sind oder nicht. Man kann aber alle diese verschiedenen Uhren wieder in zwei Unterabtheilungen bringen, indem man auf die Bewegungskraft derselben Rücksicht nimmt, und sie in Gewichts- und Federuhren eintheilt, je nachdem die bewegende Kraft von einem Gewichte oder einer Triebfeder ausgeht. Hiernach sollen folgende Arten von Uhren der Ordnung nach betrachtet werden: $\alpha$) Wanduhren zum alltäglichen Gebrauche; $\beta$) Wanduhren besserer Qualität, welche gewöhnlich den Namen Pendeluhr führen; $\gamma$) astronomische Pendeluhren; $\delta$) Thurmuhren; $\varepsilon$) Stockuhren (Tisch- oder Stützuhren).

55. *a*) Wanduhren. Für den alltäglichen Gebrauch des Landmannes und des weniger bemittelten Stadtbewohners dient die gemeine Wanduhr, bei welcher man eine doppelte Bauart unterscheidet. Dieselbe hat nämlich die Spindelhemmung mit einem kurzen Pendel, welches vor dem Zifferblatte in weit ausgreifenden Bögen schwingt; oder sie ist mit der rückfallenden Ankerhemmung versehen, und das längere nach der im §. 2 beschriebenen Methode aufgehängte Pendel findet seinen Platz zwischen dem Uhrgehäuse und der Wand, oder dem rückwärtigen Brete des Uhrkastens, wenn die Uhr, wie dieses manchmal der Fall ist, in einem eigenen Kasten untergebracht ist.

Die Wanduhren mit der Spindelhemmung haben entweder ein hölzernes oder eisernes Rädergestelle, im ersteren Falle auch meist hölzerne Räder; im letztern Falle sind aber die Räder entweder aus Schmiedeeisen, oder bei besser gearbeiteten Uhren auch aus Messing. Hölzerne Räder haben sogenannte Laternengetriebe, deren Triebstöcke aus Eisen- oder Stahldraht sind. Bestehen die Räder aber aus Eisen oder Messing, so haben ihre mit der Welle aus dem Ganzen gearbeiteten eisernen oder stählernen Getriebe die gewöhnliche Form des Stirnrades. Die Wellzapfen sind immer aus Eisen oder Stahl, hinreichend hart und mehr oder weniger rund gedreht und polirt. Sie laufen in Löchern, welche bei jeder Beschaffenheit des Rädergestelles mit Messing gefüttert sind.

Die Wanduhren mit der rückfallenden Ankerhemmung, meist sogenannte Schwarzwälderuhren, haben ein hölzernes Rädergestelle und messingene Räder mit Laternengetrieben. Sie haben seit einigen Jahrzehenden eine ungemeine Verbreitung gefunden, so daß durch sie die Wanduhren ersterer Art fast ganz verdrängt werden.

Die Bauart dieser Uhr, welche man füglich die ältere deutsche Wanduhr nennen könnte, besteht in ihrer bessern Einrichtung in Folgendem. Das eiserne Rädergestelle, Fig. 63, ist aus den vier vierkantigen Stäben p p und den 3 Platten q, r und t zusammengesetzt, so zwar, daß durch die 4 Löcher der Platte r die längeren Zapfen der Stäbe geschoben, auf diese Zapfen die messingenen Hülsen z z aufgesteckt, und nun an die Za-

pfenende weiters die Platten q und t mit passenden Löchern gesetzt, und durch die Schraubenmuttern s s, die an den Zapfenenden die entsprechenden Gewinde finden, zusammengeschraubt werden.

Der zwischen den Platten r und t gebildete Zwischenraum dient zur Unterbringung des Steigrades, und der über dasselbe gelegten Flügelwelle, deren Zapfen auf eine später zu bezeichnende Art gelagert sind. Zwischen den beiden Platten q und r befindet sich die Schiene e e in fester Verbindung. Ihre breitere Fläche steht parallel zu den 2 vorderen Stäben p p, zwischen welchen eine zweite Schiene f f parallel zur ersten gestellt ist, wie dieses Fig. 64 erkennen läßt. Diese beiden Schienen enthalten die Zapfenlöcher für die Radwellen des Gangwerkes mit Ausnahme jener des Steigrades, stellen also den Groß- und Kleinboden des Rädergestelles dar. Der untere Zapfen der Steigradswelle lauft in dem schwebenden Lager g, welches aus einem senkrecht auf die Schiene e e aufgesetzten vierkantigen Messing- oder Eisenstücke besteht, dessen Zapfenloch von unten her gedeckt ist, damit der Zapfen der Steigradswelle mit seinem unteren Ende in dem Lager stehe, wobei die Bewegung desselben weniger Widerstand erfährt, als wenn die Brust oder der Anlauf des Zapfens auf der obern Fläche des Lagers ruhen würde. Der obere Zapfen dieser Welle wird von einem hängenden Lager aufgenommen, welches an der Schiene i i befestiget ist, die parallel zur Flügelwelle in dem Raume zwischen der Platte r und t angebracht ist, und einerseits mit der Vorderschiene f f, andererseits aber mit einer hinter der Schiene e e zu dieser parallel gestellten Schiene h h in Verbindung steht. In der Nähe des Zapfenloches ist das genannte Lager so abgebogen, daß seine obere Fläche sich nicht über den Grund des Zahnschnittes am Steigrade erhebt, bis zu welcher Höhe auch nur der obere Zapfen der Steigradswelle reicht, daher die Flügelwelle in der gehörigen Entfernung ungehindert in diametraler Lage über das Steigrad gestellt werden kann. Da die Steigradswelle zum Theile ober, zum Theile unter der Platte r steht, so ist letztere mit einer entsprechenden Oeffnung versehen, welche der Steigradswelle den Durchgang gestattet.

Zu dem Gangwerke der Uhr gehören ferner das Bodenrad

D, auf dessen Welle die Rolle R mit dem Schnurlaufe aufgesteckt, und durch das gewöhnliche Gesperre mit dem Rade verbunden ist, um das Aufziehen des Gewichtes zu ermöglichen. Da unter den folgenden Rädern das Minutenrad fehlt, so vertritt das Bodenrad seine Stelle, geht aber in der Stunde nur um einen aliquoten Theil seiner Peripherie (gewöhnlich um die Hälfte oder den dritten Theil) herum. Es greift in das Getriebe c des Mittelrades C ein, welches Rad wieder mit dem Getriebe b des Kronrades B im Eingriffe steht. Dieses führt das Getriebe a des Steig- oder Hemmrades A, dessen Zähne mit den Flügeln l und l′ der Flügelwelle m in Berührung kommen. Der vordere Zapfen der Flügelwelle wird von dem kreis- oder keilförmigen Messingstücke n aufgenommen, welches auf den vierkantigen Zapfen der Schiene ii aufgesteckt, und durch die Schraubenmutter o festgehalten wird, in deren Spindel jener Zapfen ausläuft. Der rückwärtige Zapfen der Flügelwelle ist entweder in einer Platte gelagert, die in passender Entfernung von der Platte n in die Schiene ii eingeschraubt oder eingenietet wird, oder die Flügelwelle läuft bis zu der rückwärtigen Schiene g fort, welche dann den bemerkten Zapfen aufnimmt.

Das Zeigerwerk, welches den Stunden- und Minutenzeiger bewegt, hat bei der Ermanglung des Minutenrades eine etwas andere als im §. 49 auseinander gesetzte Anordnung. Dieselbe ist in Fig. 64 und 65 ersichtlich gemacht. Auf dem über die Schiene ff herausgeführten vordern Zapfen des Bodenrades steckt mit starker Reibung das Rad E, welches in das auf einem in der Schiene ff befestigten Zapfen aufgeschobene Viertelrad V eingreift. Ueber die Hülse desselben ist das Stundenrad S gesetzt, dessen Zähne von dem Getriebe b des Rades B geführt werden. Die Anordnung der Zähne in diesen Rädern richtet sich zwar im Allgemeinen nach dem Grundsatze, daß das Viertelrad in einer Stunde, das Stundenrad aber in 12 Stunden ein Mal umlaufe; doch hängt das Verhältniß der Anzahl Zähne des Rades W und jener des Rades V von der Umlaufszeit des Rades D ab.

In dem folgenden Beispiele über die Anordnung des Gangwerkes einer derartigen Wanduhr hat:

das Bodenrad D 72 Zähne, das Getrieb c d. Mittelrades 8 Zähne,
„ Mittelrad C 48 „ „ „ b „ Kronrades 8 „
„ Kronrad B 42 „ „ „ a „ Steigrades 6 „
„ Steigrad A 17.

Es beträgt sonach die Schwingungszeit des Pendels unter der Voraussetzung, daß das Bodenrad in 2 Stunden ein Mal umgehe, (nach §. 45) $t = \frac{3600 . 8 . 8 . 6}{72 . 48 . 42 . 17} = 0{\cdot}''560\ldots$, welcher bei einem sehr kleinen Elongationswinkel eine Pendellänge von nahe 11″, bei einem Elongationswinkel aber 30°, wie er bei solchen Uhren gewöhnlich vorkommt, von $10\frac{1}{2}''$ entspricht.

Die Anzahl der Zähne der Räder und des Getriebes w im Zeigerwerke ist nach §. 49 leicht zu finden; man hat nämlich, wie dort $SW = 12 . wM \ldots (1.$

Nun muß aber das Viertelrad M zweimal umgehen, während das Wechselrad nur einmal umläuft, sonach ist

$W = 2M \ldots (2$, daher folgt auch aus Gleichung (1

$S = 6w \ldots (3$, d. h., das Viertelrad M hat halb so viel Zähne als das Wechselrad W, es macht also binnen zwei Stunden zwei Umgänge, das Stundenrad S aber hat 6 Mal mehr Zähne als das Getriebe w, es macht also 6 Mal weniger Umgänge als w, oder es kommt bei 6 Umgängen desselben, d. i. in 12 Stunden einmal herum.

Die Schnurrolle hat einen Halbmesser von 1·″25, es beträgt also ihre Peripherie 8″; ist daher die Uhr so aufgehängt, daß das Gewicht einen Fallraum von 8′ erhält, so kann die Uhr mit einem Aufzuge 24 Stunden gehen.

56. Solche Uhren sind fast immer mit einem Schlagwerke versehen, welches nach dem Ablaufe einer jeden Stunde so viele Schläge auf eine Glocke oder eine Uhrschale macht, als die Stundenzahl Einheiten enthält. Oefters ist noch ein zweites Schlagwerk vorhanden, welches durch Glockenschläge die abgewichenen Viertelstunden anzeigt.

Das erstere heißt Stunden-, das zweite Viertelstunden- oder Viertelschlagwerk.

Die Einrichtung des Stundenschlagwerkes ist folgende:

In dem Raume, Fig. 63 und 67, welcher sich zwischen der

Schiene e e und den hinteren Säulen a des Räderhauses befindet, ist ein Räderwerk angebracht, welches ausschließlich zur Hervorbringung der den einzelnen Stunden entsprechenden Schläge bestimmt ist. Das Rad C, das Bodenrad, ist mit einer gleichen Vorrichtung wie das gleichnamige Rad des Gehwerkes zur Aufnahme einer Schnur und zum Aufziehen des Gewichtes versehen. In seinem Radkranz sind die Stifte $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ . . . senkrecht zur Radfläche eingesetzt, welche Schlagnägel genannt werden. Sie drücken beim Umlauf des Rades auf das Ende g des Hebels g p r, welcher um die Axe p der Hammerwelle sich drehen kann, und durch eine auf dem Hebelsarm p r wirkende Feder in der Ruhelage gehalten wird. Dieser Arm trägt an seinem Ende den Hammer r t, welcher, wenn der Hebelarm g von einem der Schlagnägel gehoben wird, sich von der Uhrschale u entfernt, beim Auslassen des Nagels aber durch die Federkraft, welche sich der Drehung der Welle p widersetzt, mit beschleunigter Bewegung gegen die Schale getrieben wird, und einen Schlag auf dieselbe ausübt. Offenbar macht der Hammer so viele Schläge, so viele Schlagnägel an dem Hebelende g ununterbrochen vorübergehen, und es kommt nur darauf an, das Schlagrad einen kleinern oder größern Bogen auf einmal zurücklegen zu lassen, um weniger oder mehr Schläge des Hammers zu bewirken. Auf welche Art dieses möglich ist, wird sogleich erklärt werden. Das Schlagrad C greift in das Getriebe des Rades B, welches das Schöpferrad genannt wird. Es läuft während eines Umganges von C soviel mal um, als in diesem Schlagnägel vorhanden sind. Das Rad A, in dessen Getriebe das Schöpferrad eingreift, heißt das Anlauf- oder auch Warnungsrad; es führt das Getriebe f, dessen Welle eine rechteckige Platte F den Windfang trägt. Dieser kann sich an der Welle mit geringer Reibung drehen und dient um die Bewegung des Schlagräderwerkes zu mäßigen. Das eben bezeichnete Räderwerk ist nur dann im Stande, dem Zuge des Gewichtes zu folgen, wenn seine Sperrung aufgehoben oder ausgelöset wird. Letzteres wird dadurch bewerkstelliget, daß der Hebelarm n, welcher auf der in den Säulen a gelagerten Welle N sitzt, mit seinem hackenförmigen Ende in eine Nute des auf der Ebene des Schöpferrades B aufgesetzten Ringes o eingreift, und dadurch das

Räderwerk hemmt, so weit gehoben wird, bis sein Hacken aus jenem Ringe heraustritt, und das Räderwerk frei macht. Dazu dient ein Winkelhebel p q r, dessen Drehungsaxe in q sich befindet. Der eine Arm r desselben liegt auf der Viertelradhülse, und wird durch einen Stift s, der sich auf der innern Ebene des Viertelrads befindet, alle Stunden gehoben und wieder fallen gelassen. Der andere Arm p greift an dem Hebelarm n und hebt ihn sonach bei gehöriger Erhebung von r aus der Nute des Schöpferrades, löst also das Schlagwerk aus. Der Stift s hat nur eine langsame Bewegung. Würde er den Hebelsarm r und somit auch n soweit gehoben haben, daß das Schlagwerk frei geworden wäre, ohne daß er zugleich r abfallen ließe, so könnte es geschehen, daß das Schlagwerk bereits die erforderliche Anzahl von Schlägen gemacht hätte, ohne daß der Hebel n in die Nute des Schöpferradringes einzufallen und somit das Räderwerk zu hemmen im Stande wäre, weil der von dem Stifte s noch emporgehaltene Hebelsarm r durch den Arm p den Hebelsarm n an dem Einfallen verhindern würde. Es ist sonach zur Vermeidung einer Unordnung in der Anzahl der Schläge unumgänglich nothwendig eine Einrichtung zu treffen, welche das Schlagwerk verhindert, sich früher in Bewegung zu setzen, als der Hebel r von dem Hebelstift s abgefallen ist. Dieses wird durch die Warnung zu Stande gebracht. An der Welle q sitzt nämlich noch der Hebelsarm t, welcher bei jener Erhebung von r, die ein Auslösen des Schlagwerkes bewirkt, von untenher soweit in die Ebene des Rades A hineintritt, daß er sich vor einem in der Radebene stehenden Stift u legt, und sonach dieses Rad so lange an der weiteren Bewegung verhindert, bis er mit dem Abfallen des Hebelsarms r aus der Peripherie des Rades A sich entfernt. Man sagt das Schlagwerk stehe auf der Warnung, wenn der Hebel n bereits aus der Nute des Schöpferrades ausgehoben und das Rad A soweit vorgelaufen ist, daß der auf seiner Ebene angebrachte Stift an dem Hebelarme t anliegt.

Damit das Schlagwerk bei jeder Auslösung die der eben abgelaufenen Stunde entsprechende Anzahl von Schlägen mache, erhält das Schlag- und Schöpferrad eine bestimmte, zum Theil von der Anzahl Schlagnägel, theils von anderen Bedingungen abhän-

gige Anzahl von Zähnen, wornach sich auch die Anzahl Zähne der Getriebe des Schöpfer- und Anlaufrades richten; und ist noch ein Rad vorhanden, welches das Schloßrad genannt wird.

Da schon eine Sperrung des Schlagwerkes möglich sein muß, wenn auch nur ein Schlag erfolgt ist, so muß das Schöpferrad einen vollen Umgang machen, wenn das Schlagrad um einen dem Abstande zweier unmittelbar folgenden Schlagnägel entsprechenden Bogen vorgelaufen ist. Enthält also das Schlagrad n Nägel, so ist $\frac{C}{n}$ die Anzahl Zähne des Getriebes an der Welle des Schöpferrades, wenn C die Anzahl Zähne des Schlagrades bedeutet. Damit der Stift des Anlaufrades A jedesmal dieselbe Stellung einnehme, muß sich dasselbe bei jedem Umgange des Rades B eine ganze Anzahl mal herumdrehen, daher auch $\frac{B}{a}$ eine ganze Zahl sein. Bei dieser Einrichtung des Räderwerkes würde nach jeder Auslösung desselben nur ein Schlag erfolgen. Damit das Räderwerk so lange in Bewegung bleiben könne, bis 2, 3, 4 ꝛc. Schläge gemacht worden, ist nur nothwendig, den Hebelsarm n durch 2, 3, 4 ꝛc. Umläufe des Schöpferrades B empor zu halten, oder ihn am Einfallen in die Nute des Schöpfenradringes zu verhindern.

Um dieses zu bewerkstelligen, befindet sich in einer fixen Axe s das Schloßrad S, welches auf seiner Radfläche einen mit derselben concentrischen Ring trägt, in dessen Einschnitte der auf der Welle N angebrachte Hebelsarm v mit seinem hackenförmigen Ende einfallen kann. Dieses Rad erhält seine Bewegung von dem Getriebe w, das auf der Welle des Schlagrades C sitzt, also mit diesem gleichzeitig umläuft. Mithin geht das Schloßrad S einmal um, wenn das Schlagrad eine Anzahl von Umdrehungen gemacht hat, die sich durch $\frac{S}{w}$ ausdrücken läßt, wobei C die Zahl der Zähne des Schlagrades, w jene des Getriebes w bedeutet. Da die Periode der verschiedenen Anzahl Schläge in 12 Stunden vollendet ist, so muß das Schloßrad in dieser Zeit einmal herumkommen, und während dem das Schlagrad 78 Schläge gemacht haben. Nach der obigen Bemerkung erfolgen bei einem Umlauf des Schlagrades n Schläge, mithin ist ihre Anzahl bei

$\frac{S}{w}$ solchen Umläufen $\frac{S}{w}$ n = 78, woraus S n = 78 w ... (k folgt. Hat das Schloßrad wie gewöhnlich 78 Zähne, so wird n = w, d. h. das Getriebe w erhält so viele Zähne, als das Schlagrad Nägel. Den Ring des Schloßrades theilt man nun ebenfalls in 78 Theile ein, so daß auf jeden Schlag ein solcher Theil entfällt. Von der den einzelnen Stunden entsprechenden Anzahl dieser Theile wird immer der letzte aus dem Ringe herausgeschnitten, wodurch in demselben zwölf Einschnitte entstehen, die um 1, 2, 3 ... solcher Theile von einander abstehen. Der Einschnitt am Ende des Ringtheiles für die 12. Stunde fällt mit jenem der Stunde 1 zusammen, wornach man eigentlich nur 11 verschiedene Einschnitte in dem Ringe des Schloßrades findet. Die Wirkung des Schloßrades und seines mit Einschnitten von ungleichen Abständen versehenen Ringes ist nun folgende. Wird durch den Hebstift des Viertelrades den Hebelsarm r und durch diesen auch jener p soweit gehoben, daß sich der Hebelsarm n aus dem Ringe des Schöpferrades B auslöset, so wird unter einem auch der Hebelsarm v aus dem Ringe des Schloßrades ausgehoben. Beginnt nach dem Abfall von r das Schlagwerk sich in Bewegung zu setzen, so dreht sich durch die Einwirkung des Getriebes w auf die Zähne des Schloßrades auch dieses und läßt den Hebelarm v, dessen hackenförmiges Ende durch den unter ihm befindlichen Ringtheil emporgehalten wird, nicht eher herabfallen, bis es sich um einen Winkel gedreht hat, welcher eben diesem Ringtheile entspricht. Da aber der Hebel v auch jenen n emporhält, so wird das Räderwerk nicht eher gehemmt, als bis die der Länge jenes Ringtheiles am Schloßrade entsprechende Anzahl von Schlägen erfolgt ist. Nur bei der Stunde 1 fällt der Hebel n nach einer Umdrehung des Schöpferrades ein, weil v durch keinen Ringtheil emporgehalten wird. Man sieht leicht ein, daß das Schlagwerk nur dann die von dem Zeigerwerke angegebene Stunde schlagen, d. h. durch eine den Einheiten dieser Stundenzahl entsprechende Anzahl Schläge angeben wird, wenn die Stellung des Schloßrades mit dem Zeigerwerke in Uebereinstimmung gebracht und überdieß noch der Minutenzeiger auf das Viertelrad so aufgesteckt ist, daß der Hebelsarm r in dem Mo-

mente abfällt, als dieser Zeiger auf dem 60 Theilstrich seines Kreises oder auf 12 Uhr des Zifferblattes einsteht. Schlägt die Uhr eine andere Stunde als das Zeigerwerke anzeigt, dann sagt man, die Uhr schlage falsch. Man bringt das Schlagwerk dadurch mit dem Gangwerke in Uebereinstimmung, daß man es nachschlagen läßt, wobei man den Hebelsarm n so viel Mal hinter einander auslöset, als bis die geschlagene Stunde mit der eben abgeflossenen des Zeigerwerkes zusammenstimmt. Es liegt in der Einrichtung dieses Schlagwerkes, daß es bei jeder Auslösung einen Schlag mehr macht, als bei der vorhergehenden, oder daß es jedesmal die folgende Stunde schlägt. Das in Ordnung gesetzte Schlagwerk bleibt daher nur so lange mit dem Zeigerwerke in Uebereinstimmung, als es nach Ablauf einer jeden Stunde von dem Gangwerke ausgelöset wird und auch die betreffende Stunde schlagen kann. Lauft daher sein Gewicht früher ab, als jenes des Gangwerkes ohne sogleich aufgezogen zu werden, oder wird es durch fremdes Zuthun ausgelöst, oder fällt das Gesperre, wie man die Hemmungstheile desselben nennt, nicht richtig ein, so schlägt die Uhr das nächste Mal falsch, und muß daher gerichtet werden. Man trifft daher die Anordnung, daß das Schlagwerk mit einem Aufzuge eben so lange aushält, als das Gehwerk, und hütet sich, die Uhr etwa zur Ermittlung der nächst verflossenen Stunde durch gefließentliches Auslösen schlagen zu lassen.

Soll die Uhr nebst den Stunden noch Viertelstunden schlagen, so erhält sie ein zweites Schlagwerk, das sogenannte Viertelwerk, welches in seiner Anordnuug im Allgemeinen mit dem Stundenschlagwerke übereinstimmt, mit dem Unterschiede, welcher durch die kleinere Periode der verschiedenen Anzahl der Schläge begründet ist. Während beim Stundenschlagwerke die Summe aller Schläge einer Periode 78 beträgt, umfaßt dieselbe beim Viertelschlagwerke nur 10; daher ist die Einrichtung des Schloßrades weniger zusammengesetzt, und die Anzahl Schlagnägel des Schlagrads keine willkürliche. Dabei wird das Viertelwerk vom Gangwerke, das Stundenschlagwerk hingegen vom Viertelwerke, und zwar in demselben Momente ausgelöst, als dieses eben die vier Viertel der Stunde geschlagen hat. Fig. 68

zeigt die Anordnung einer Wanduhr von der eben beschriebenen Art mit einem Viertelwerke, wobei auf das Gang- und Stundenwerk keine besondere Rücksicht mehr genommen wird.

Die Anordnung ist so gewählt, daß das Räderwerk des Gangwerkes den mittlern Raum des Rädergestelles einnimmt, während das Viertelwerk rechts, das Stundenschlagwerk links von demselben seinen Platz findet. D ist das Bodenrad, C das Schlag-, B das Schöpferrad, A stellt das Anlaufrad und F den Windfang dar. Die Welle des Bodenrades D ist mit der Schnurrolle und jener Sperrvorrichtung versehen, welche zum Aufziehen des Gewichtes nothwendig ist, die Wellen der Räder C, B, A und des Windfanges F tragen die Getriebe c, b, a und f, mit welchen die betreffenden Räder im Eingriffe stehen.

Das Schlagrad C hat 10 Schlagnägel, muß also in jeder Stunde einmal umgehen, da die Anzahl sämmtlicher in einer Stunde zu verrichtenden Schläge eben zehn beträgt. Während sich dasselbe um den 10. Theil seiner Peripherie dreht, also einen Schlag verursacht, läuft das Schöpferrad einmal um. Hiedurch und durch die Bedingung, daß das Anlaufrad A bei jedem Umgange des Schöpferrades eine ganze Zahl von Umgängen machen muß, sind die Hauptverhältnisse der Zähnezahl in Rad und Getriebe dieser Räder gegeben.

Es erhält sonach z. B. das Schlagrad C 60, das Getriebe b 6 Zähne, mithin läuft während eines Umganges von C das Rad B zehnmal um. Diesem kann man 48 Zähne und dem Getriebe a 6 Zähne geben, somit geht bei jedem Umgange von B das Rad A 8 mal herum. Die Anzahl Zähne in A und f so wie in c und D ist für die Erreichung der richtigen Anzahl von Schlägen gleichgültig; man legt auf jene in c und D in so ferne ein Gewicht, als durch ihre Wahl die Länge der Zeit mit bedingt ist, durch welche das Schlagwerk mit einem Aufzuge in Thätigkeit erhalten wird.

Hat z. B. D 60 und c, das Getrieb des Schlagrades, 10 Zähne, so läuft D in sechs Stunden einmal um, mithin würde dieses Rad nur vier Umgänge zu machen brauchen, um das Schlagwerk durch 24 Stunden in Wirksamkeit zu setzen. Nachdem man aber das Gangwerk der Uhr mit den Schlagwerken durch

einerlei Zeit mit einem Aufzuge versorgt wissen will, bei der oben angegebenen Einrichtung des Gangwerkes aber ein Aufzug nur für 24 Stunden hinreicht, so läßt man, wie schon oben bei dem Stundenschlagwerke angenommen wurde, das Bodenrad D in beiden Schlagwerken hinweg, und verbindet den Bewegungsapparat sogleich mit dem Schlagrade C, oder was dasselbe ist, man bringt die Schlagnägel sogleich an dem Bodenrade an und gibt jedem Schlagwerke drei Räder und den Windfang.

Das Schloßrad sitzt unmittelbar auf der Welle des Schlagrades und erhält vier Einschnitte, deren Abstände sich wie 1 : 2 : 3 : 4 verhalten. Die Anordnung des Vorgeleges oder der zur Hervorbringung der Hemmung und richtigen Auslösung des Viertelwerkes erforderlichen Bestandtheile stimmt ganz mit derjenigen überein, welche für das Stundenschlagwerk auseinandergesetzt wurde. Auf der Welle N, Fig. 69, sitzen die zwei Hebelarme n und v, von denen ersterer in den Ausschnitt des Ringes am Schöpferrade B, der andere in einen Einschnitt des Schloßrades S eingreift und durch Einwirkung einer Feder in dieser Lage erhalten wird. Die unter dieser Welle gelagerte Welle q trägt ebenfalls einen Winkelhebel, dessen Arm r von den vier Stiften s des Viertelrades nach Ablauf einer jeden Viertelstunde gehoben und wieder ausgelassen wird. Dadurch hebt der andere Arm p den auf der Welle N sitzenden Winkelhebel n N v aus und das Viertelwerk wird frei, nachdem der Hebelsarm p, welcher nach dem Ausheben des genannten Winkelhebels den Stift des Anlaufrades aufhält, mit dem Hebelsarm r zugleich abgefallen ist.

Das Stundenschlagwerk bedarf bei dem Vorhandensein des Viertelwerks keiner Warnungsvorrichtung, indem es von dem Schloßrade des letztern in dem Augenblicke ausgelöst wird, als das Viertelwerk das vierte Viertel geschlagen hat. Zu diesem Zwecke ist mit der Welle N des Stundenschlagwerkes noch ein Hebelsarm x in Verbindung gebracht, der bis an das Schloßrad des Viertelwerkes reicht und von einem Stifte y desselben in dem rechten Momente gehoben wird, wodurch eine Auslösung des Stundenschlagwerkes erfolgt. Somit entfällt bei diesem der Hebel p q r.

Der Rädersatz der beiden Schlagwerke ist aber folgender:

a) Viertelwerk.

1. Das Boden- u. Schlagrad C hat 60 Zähne und 10 Schlagnägel.
2. Das Schöpferrad B hat . 48 Zähne.
3. Das Anlaufrad A hat . . . 42 »
4. Das Schloßrad an der Welle von C ist unverzahnt und hat vier Einschnitte.

Zähne der Getriebe.

1. Das Getriebe b hat 6 Zähne.
2. Das Getriebe a hat 6 Zähne.
3. Das Getriebe f hat 6 Zähne.

Während eines Umganges von C verstreicht eine Stunde. Dieses Rad muß also binnen 24 Stunden eben so viele Umgänge machen. Hat das Gewicht einen Fallraum von 8′, so muß die Schnurrolle einen Durchmesser von 1″·25 erhalten, damit diese 24mal umlaufe, während eine Schnurlänge von 8′ über sie hinweggeht.

b) Stundenwerk.

1. Das Boden- u. Schlagrad C hat 72 Zähne und 12 Schlagnägel.
2. Das Schöpferrad B hat . 48 Zähne.
3. Das Anlaufrad A hat . . 42 »
4. Das Schloßrad S hat . . 72 Zähne und einen Ring mit 11 Einschnitten.

1. Das Getrieb b hat 6 Zähne.
2. Das Getrieb a hat 6 „
3. Das Getrieb f hat 6 „
4. Das auf der Welle c sitzende, in das Schloßrad S eingreifende Getriebe $\mathfrak{w}$ hat 12 Zähne.

Damit 156 Schlagnägel zum Angriffe gelangen, muß das Schlagrad 13mal in 24 Stunden umlaufen, mithin beträgt der Radius der Schnurrolle für den Fallraum von 8′ . . . 1·″17. Gewöhnlich sind die Bodenräder von einer solchen absoluten Größe, daß die Schnurrollen einen etwas kleineren Durchmesser erhalten, was sodann für dieselbe Gangzeit der Uhr eine kleinere Fallhöhe der Gewichte erfordert, wie dieses in mancher Beziehung wünschenswerth erscheint.

56. Die Wanduhren der zweiten Art, zu welcher alle Schwarzwälder Pendeluhren gehören, unterscheiden sich von den eben

beschriebenen dadurch, daß die Hemmung des Gangwerkes die zurückfallende Ankerhemmung ist, wie sie in §. 29 beschrieben und in Fig. 30 dargestellt wurde. Es haben somit sämmtliche Räder des Gangwerkes, wenn die Uhr aufgehängt ist, horizontal liegende Wellen, deren Zapfen in den Schienen des Gestelles gelagert sind. Die Anordnung der Schlagwerke unterscheidet sich in nichts von jener der Uhren erster Art, wenn dieselben gewöhnliche Stunden-, oder Stunden- und Viertelwerke sind. Das Gestelle ist ebenfalls auf dieselbe Weise gebaut, wie jenes in Fig. 68, nur daß es ganz aus Holz besteht, und nur zwei Platten a enthält, welche durch vier hölzerne in die Platten eingezapfte Säulen zusammengehalten werden. Die Schlagwerke stehen gewöhnlich neben, nicht hinter dem Gangwerke, daher die Hinterschienen mit dem Rädergestelle unveränderlich verbunden, die Vorderschienen aber durch Vorsteckstifte an dasselbe befestiget sind, so daß man dieselben leicht entfernen und sodann im Falle des Erfordernisses der Räder herausnehmen kann. Die sämmtlichen Räder des Gang- und der Schlagwerke sind von Messing, nur jene des Zeigerwerkes findet man bei älteren Uhren dieser Art aus Holz. Die Wellen bestehen aber durchgängig aus Holz und haben stählerne, durch die Holzwelle hindurch gehende Zapfen. Die Getriebe sind sogenannte Laternengetriebe, welche Stöcke aus Stahl-, meist aber nur aus Eisendrath haben. Sie sind mit dem einen Ende in eine Art Wirbel, mit dem andern in die hölzerne Welle gehörig eingelassen. Die in den hölzernen Schienen befindlichen Zapfenlöcher sind mit Messingblech gefüttert. Die Ankerwelle besteht ebenfalls aus Holz und hat stählerne Zapfen, von welchen der gegen das Zifferblatt der Uhr gerichtete, in einem an der obern Platte des Rädergestelles befestigten Lager läuft, der andere aber in der Rückwand des Rädergestelles eingelagert ist. Bei neueren Uhren dieser Art besteht die genannte Welle ganz aus Eisen oder Stahl, an welche der Anker so wie bei einer hölzernen Welle angeniethet ist. Die Schnurrollen, welche mit dem Sperrrade aus dem Ganzen gearbeitet sind, bestehen bei älteren Uhren aus Holz, bei neueren meist aus Messing. Letztere haben die bereits in §. 55 angedeutete Einrichtung, wornach anstatt der Schnüre Ketten aus Messing- oder Eisendraht in Anwendung kommen, deren Glieder

sich abwechselnd auf Spitzen legen, welche auf dem Grunde des Schnurlaufes in gleichen Abständen eingesetzt sind, und als Mittel gegen das Gleiten der Kette dienen.

Man findet Schwarzwälder-Uhren, welche wegen der Einrichtung ihres Schlagwerkes die Aufmerksamkeit des Technologen auf sich ziehen, da mit derselben auf eine einfache, aber gewiß recht sinnreiche Weise Wirkungen erzielt werden, zu deren Realisirung bei Uhren besserer Art kein unbedeutender Aufwand an mechanischen Mitteln gemacht werden muß. Um den Zusammenhang des Schlagwerkes dieser Construction mit dem Gangwerke zu erörtern, soll die Beschreibung der ganzen Uhr hier einen Platz finden.

In Fig 70 stellt e e f f das hölzerne Rädergestelle, g g die Mittelschiene vor, durch welche der Raum desselben in zwei Theile getheilt wird, wovon der vordere zur Aufnahme des Gang-, der hintere aber zur Unterbringung des Schlagwerkes bestimmt ist. Durch beide läuft die Ankerwelle d, weßhalb die Schiene bei d mit einer entsprechenden Oeffnung versehen ist. Das Gangwerk besteht aus dem Bodenrade C, welches in zwei Stunden einmal umläuft, aus dem Mittelrade B und aus dem Steigrade A. Das Bodenrad C hat 70 Zähne (bei einem Durchmesser von 2$^{2}/_{3}$'') und greift in das Getriebe b mit 7 Zähnen; das Rad B hat 70 Zähne (2'' 5''' Durchmesser) und steht mit dem Getriebe a von ebenfalls 7 Zähnen im Eingriffe; das Steigrad A hat (bei 2'' 1''' Durchmesser) 42 Zähne. Die Schwingungszeit des Pendels beträgt daher $\frac{6}{7}$ Sekunden. Der Durchmesser der Schnurrolle hat 1$\frac{1}{3}$'' die Kette eine Länge von 6' 2'', die Uhr vermag daher mit einem Aufzuge durch 32 Stunden zu gehen. Das Pendel, dessen Stange aus einem starken Eisendrahte, dessen Linse aus einem mit Messingblech überzogenen Knopf besteht, welcher unmittelbar an die mit einem Schraubengewinde versehene Stange aufgeschraubt ist, hängt an einer Drathschlinge, welche an einem hölzernen auf die Rückwand des Rädergehäuses befestigten Zapfen z eine feste Drehungsaxe findet. Die Art und Weise wie dasselbe mit der Ankerwelle in Verbindung gebracht wird, ist aus Fig. 70 zu ersehen. An der Ankerwelle ist nämlich der kurze Hebelsarm p q befestiget, welcher durch eine entsprechende Oeffnung aus dem Rädergehäuse

tritt, und mit dem öhrförmigen Ende q, das senkrecht gegen die Rückwand gebogen ist, die Pendelstange aufnimmt. Dieser Arm pq wird die Gabel der Ankerwelle, oder einfach die Gabel genannt. Durch dieselbe theilt das Pendel seine Oscillationen dem Anker mit, und erhält die zur Fortdauer seiner Bewegung nothwendige vom Steigrade auf den Anker übertragene Kraft. Damit an der Vereinigungs-Rolle zwischen Pendel und Gabel keine schädliche Reibung entstehe, ist es zweckmäßig, die Drehungsaxe des Pendels in die Verlängerung der Axe der Ankerwelle zu legen. Weil aber dieses selten beobachtet wird, so muß jene Stelle in beständiger Schmiere erhalten werden, welche übrigens auch in der Aufhängevorrichtung des Pendels angewendet wird.

Das Schlagwerk, welches, wie schon bemerkt, hinter dem Gehwerke seinen Platz findet, besteht aus dem Bodenrade C, dem Schlagnägelrade B, dem Anlaufrade A und dem Windfange F. Dieselben greifen beziehungsweise in die Getriebe b, a und f ein. Am Ende einer jeden Viertelstunde macht dasselbe mit dem Viertelhammer die entsprechende Anzahl von Schlägen für die Viertel und sodann mit dem Stundenhammer die für die nächst verflossene Stunde, oder es macht zuerst die Stunden- und dann die Viertelschläge. Ist eine Stunde zu Ende, erfolgt bloß die Anzahl Stundenschläge ohne Viertel. Löset man das Schlagwerk in einem beliebigen Augenblick aus, so schlägt es die eben vergangene Stunde und die darüber verflossenen Viertel. Dasselbe ist sonach ein Repetirschlagwerk, und leistet ganz dasselbe wie die weiter unten beschriebenen Repetirwerke, welche bei den Stock- und Reiseuhren, mitunter aber auch bei Pendeluhren im engeren Sinne in Anwendung gebracht werden.

Die nähere Einrichtung dieses Schlagwerkes ist in Fig. 71 zu ersehen. Bei jeder Auslösung desselben geht das Schlagrad B einmal um, und indem es an seiner Welle eine Scheibe β trägt, welche mit einem Einschnitte γ versehen ist, um den Hemmungsarm Nn des Vorgeleges aufzunehmen, so vertritt es zugleich die Stelle des Schöpferrads. Das Ende des Hebelarmes Nn ist rechtwinklig umgebogen, und bildet so eine zu den Radwellen parallele Platte γ, an welche der Stift s des Anlaufrades A sich stützet, wenn der Hebel in dem Einschnitte des Ringes ββ liegt.

Wird dieser Hebel ausgehoben und durch den Ring $\beta\beta$ in der Höhe gehalten, so kann jeder Stift ungehinder vor der ebenfalls gehobenen Platte $\gamma$ vorüber, und das Schlagwerk bleibt so lange frei, bis nach einem vollen Umgange des Ringes $\beta\beta$ der Einschnitt desselben unter das Hebelsende $\gamma$ tritt, dasselbe einfällt und nun der Stift s an die Platte $\gamma$ anläuft, somit das Räderwerk hemmt.

Das Auslösen des Schlagwerkes wird durch das auf dem Bodenrade aufgesteckte Wechselrad W des Zeigerwerkes, Fig. 72, veranlasset, welches 8 Hebstifte $\sigma$ trägt, die abwechselnd nach Ablauf einer jeden Viertelstunde das Ende des auf der Welle N sitzenden Hebelarmes r ergreifen, und durch Hebung desselben auch eine Hebung des Hebelarmes n bewirken, wodurch das Anlaufrad und mit diesem das ganze Schlagwerk frei wird. In das eingeschlitzte Ende des Hebelarmes r ist ein keilförmiger Körper $\delta$ aus Messing eingesetzt, welcher sich um eine horizontale, außer seinem Schwerpunkte liegende Axe drehen, nach einem gewissen Drehungswinkel aber an die Grundfläche des Einschnittes stützen kann, wodurch er sodann eine Verlängerung des Hebelarmes r bildet. Hierdurch ist die Warnungsvorrichtung überflüssig gemacht. Ist nämlich mittelst des Körpers $\delta$ die Hebung des Hebelarmes r so weit gediehen, daß durch die Drehung der Welle N der Hebelarm n den Stift s ausläßt, so setzt sich das Räderwerk in Bewegung und es wird der Hebelarm n noch etwas mehr gehoben, wenn unter ihm der volle Ring $\beta\beta$ vorübergeht. Durch diese Hebung, welche auch auf den Arm r wirkt, wird der Körper $\delta$ von dem unter ihm stehenden Stift entfernt, und fällt aus seiner schiefen Stellung in die verticale Lage hinter jenen Stift zurück. Er kann daher nach dem Abfalle des Hebelarms r, welcher mit dem Einfalle des Hebelarmes n in den Schnitt des Ringes $\beta\beta$ erfolgt, den Stift des Rades W nicht mehr berühren, womit jede Gefahr einer Verhinderung der richtigen Hemmung des Schlagwerkes beseitiget ist. Damit das ausgelöste Schlagwerk die richtige Anzahl von Schlägen, sowohl für die Stunden als für die Viertel hervorbringe, sind auf dem Rade B 12, auf dem Ringe $\beta\beta$ aber 3 Schlagnägel von ungleicher Länge angebracht. Erstere wirken auf den Stunden- letztere auf den Viertelhammer. Ihre Austheilung findet in der Art Statt, daß die Stunden- und Viertelschlagnägel von einander gleiche Abstände

haben, daß aber zwischen der Reihe der ersteren und letzteren ein kleiner Absatz eintritt, wodurch die Viertelschläge mit einer kleinen Unterbrechung auf jene der Stunden folgen.

Die Anordnung der Schlagnägel ist aus Fig. 73 zu ersehen. Die Länge der Schlagnägel 1, 2, 3, 4 . . . in dem Rade B nimmt um die Dicke des Hebelarmes p zu, welcher mit der Hammerwelle q in fester Verbindung steht. Diese ist verschiebbar und einerseits durch den zweiarmigen Hebel t v u, welcher sich um die Axe bei v dreht und mit dem Ende u auf dem Staffelrade T aufsitzt, andererseits durch die Feder f, die die Hammerwelle beständig gegen t zu schieben sucht, in einer bestimmten Stellung erhalten. Je näher der Hebelarm p an die Ebene des Rades B rückt, desto mehr Schlagnägel können auf denselben wirken, und umgekehrt. Dieses hängt aber von der Stellung des Staffelrades T ab. Steht u auf der niedrigsten Staffel, so ist p von dem Rade B am weitesten entfernt; es wirkt also während seines Umganges bloß der längste Schlagnagel 12 auf den Hebelarm p und der Hammer macht nur einen Schlag. Wird das Staffelrad um den 12. Theil seiner Peripherie vorgerückt, so gelangt u auf die zweite etwas höhere Staffel, dabei drückt das Hebelende t die Hammerwelle q q um etwas, und zwar gerade soweit zurück, daß der Hebelarm p auch von dem zweiten Schlagnagel 11 ergriffen werden kann u. s. w. Das Staffelrad T hat 12 Staffeln, welche auf seiner Peripherie gleich vertheilt, und von einer solchen abwechselnden Höhe sind, daß, wenn der Hebelsarm u auf die nächste Staffel zu stehen kommt, der Arm p von einem Schlagnagel mehr ergriffen werden kann. Es wird daher das Schlagrad B, so oft das Staffelrad T in der Richtung der aufsteigenden Staffeln sich um den 12. Theil seines Umfanges dreht, einen Schlag mehr hervorbringen, sonach während eines Umganges des Staffelrades nach und nach alle 12 Stunden schlagen können. So lange das Staffelrad T dieselbe Stellung einnimmt, hat auch der Hebelarm p eine unveränderliche Entfernung von der Ebene des Rades B, kann daher immer nur von derselben Anzahl von Schlagnägeln ergriffen werden.

Löset man also das Schlagwerk absichtlich aus, so wird der Stundenhammer jedesmal die Stunde schlagen, welche nach dem

Zeigerwerke so eben verflossen ist, vorausgesetzt, daß das Staffelrad mit dem Gehwerke übereinstimmend gestellt war.

Eine gleiche Einrichtung besteht für die Viertelstunden. Der Ring ββ hat, wie schon bemerkt wurde, drei ungleich lange Schlagnägel 1, 2, 3, welche auf den Hebelsarm w wirken können, die an der Hammerwelle x des Viertelhammers befestigt ist. In Fig. 73 b ist noch die Anordnung der beiden Wellen p und w ersichtlich gemacht. Der Pfeil zeigt die Richtung, in welcher das Schlagrad umläuft. Die Schlagnägel nehmen an Länge ab wie die beistehenden Zahlen zunehmen. Ständen die Hammerwellen q und x so, daß alle Schlagnägel zum Angriffe kämen, so würde zuerst der Stift 12, dann jener 11 u. s. w. den Hebelsarm p hinabdrücken und jedesmal einen Schlag des Stundenhammers verursachen. Dieser würde sonach 12mal anschlagen. Hierauf kämen die Stifte 1, 2, 3 des Ringes β zum Angriffe auf den Hebelsarm w, und zwar in der Ordnung wie die Ziffern wachsen. Die Uhr würde also 12 und $^3/_4$ schlagen. Bei der nächsten, durch die Uhr selbst erfolgenden Auslösung, nehmen die Hammerwellen eine solche Stellung ein, daß von den Stundenschlagnägeln bloß jener 1, von den Schlagnägeln des Ringes β aber keiner auf den betreffenden Hebelsarm wirken könnte u. s. w. Die Welle ist verschiebbar, und wird durch das Staffelrad U mittelst des Hebels y w′ z und durch die Feder g in einer bestimmten Stellung erhalten. Das Staffelrad U sitzt auf der Welle des Bodenrades C des Gehwerkes, und kommt somit erst in 2 Stunden einmal herum. Seine Peripherie ist daher in 8 gleiche Theile eingetheilt, um die Reihe von vier Staffeln abwechselnder Höhe zweimal hervorzubringen. Nimmt das Hebelrad z die Stellung auf der niedrigsten Staffel (1) Fig. 74 ein, so kann des Hebels Ende w von keinem Schlagnagel des Ringes ββ getroffen werden, mithin erfolgen bei einem Umgange des Schlagrades nur die Schläge des Stundenhammers. Hat sich das Staffelrad U nach Verlauf einer Viertelstunde um den 8. Theil seiner Peripherie gedreht, so ist das Hebelende z auf die zweite Staffel (2) gelangt, mithin w soweit gegen den Ring β gerückt, daß dieser Hebelarm von dem längsten Schlagnagel ergriffen werden kann. Geht also jetzt das Schlagrad einmal um, so erfolgt auf die Stundenschläge noch ein Schlag des Viertelhammers. Nach einer weiteren Viertel-

stunde steht das Hebelende z auf der 3. Staffel, rückt also der Hebelarm w so gegen den Ring β, daß jetzt zwei Schlagnägel denselben ergreifen können, so daß bei erfolgter Auslösung des Schlagwerkes nach den Stundenschlägen, zwei Schläge von dem Viertelhammer gemacht werden u. s. w. Das Staffelrad U ist mit dem Wechselrade W, welches nach der obigen Bemerkung durch seine 8 Stifte die viertelstündige Auslösung des Schlagwerkes bewerkstelliget, so verbunden, daß immer kurz vor der eintretenden Auslösung der Hebelsarm z auf eine folgende Staffel zu stehen kommt, wodurch erzielt wird, daß bei absichtlicher Auslösung das Schlagwerk bis nahe zum Eintritte einer neuen Viertelstunde die abgewichene Viertelstunde angibt. Das Staffelrad T sitzt auf einer fixen Axe und ist mit einem Sterne von 12 Spitzen versehen, welcher nahe gegen das Ende einer jeden Stunde von einem Stifte des Wechselrades W um eine Spitze vorgeschoben (gesprengt) wird. Um dieses Rad in einer bestimmten Stellung zu erhalten, greift in den Stern ein Sperrkegel k ein, welcher durch die Feder l gegen die Einschnitte des ersteren gedrückt wird. Das Staffelrad U wird einfach aus einem Ringe gebildet, welcher auf der Radfläche des Wechselrades W angebracht ist.

Es ist leicht begreiflich, daß die Hämmer nicht unmittelbar auf den Wellen q und x angebracht sein können, weil sie bei der beständigen Verschiebung dieser Wellen eine veränderliche Stellung gegen die Glocken oder Uhrschalen erhielten. Man gibt also den Hämmern vertikal stehende Wellen, welche von der Welle q und x entweder mittel- oder unmittelbar in Bewegung gesetzt werden. Die geringe Verschiebung der Hammerwelle x läßt eine einfache Anordnung eines Winkelhebels zu, durch welche die Drehung der Welle x auf die vertikale Welle des Viertelhammers übertragen wird. Dieses ist aber bei dem Stundenhammer nicht anwendbar, da die größere Verschiedenheit in der Stellung eines an der Welle q angebrachten Hebelarmes zur Bewegung der vertikalen Welle des Stundenhammers eine zu große Abwechslung in der Länge dieses Armes mit sich brächte. Man läßt daher eine Hilfswelle q′, Fig. 75, mit dem an derselben befestigten Hebelsarme ε auf den Hebelsarm w der vertikalen Welle λ des Stundenhammers wirken, welche ihre Bewegung von der Welle q dadurch er-

hält, daß beide durch die Zugstange $a\delta$ verbunden sind, welche sich bei der Verschiebung von q an dem Bügel o o bewegen, und die Kraft der Welle q mit unveränderter Intensität auf die Welle q' übertragen kann.

Die Anzahl Zähne in den Rädern und Getrieben dieses Schlagwerks ist folgende.

| | | |
|---|---|---|
| 1) Das Bodenrad C hat . . . | 80 | Zähne. |
| 2) Das Schlagrad B hat . . . | 112 | „ |
| 3) Das Anlaufrad A hat . . . | 120 | „ |
| Das Getriebe b hat . . . | 10 | Zähne. |
| Das Getriebe a hat . . . | 7 | „ |
| Das Getriebe f hat . . . . | 7 | „ |

Bei einem Umgange des Schlagrades macht das Anlaufrad 16, der Windfang $274^2/_7$ Umgänge; das Bodenrad braucht zu einem Umgange 2 Stunden, wenn die Auslösung durch das Gangwerk selbst geschieht. Da die Schnurrolle einen gleichen Durchmesser und die darüber laufende Kette dieselbe Länge wie jene des Gangwerkes hat, so hält das Schlagwerk mit einem Aufzuge eben so lange als das Gangwerk aus.

57. $\beta$) Pendeluhren im engeren Sinne. Die Pendeluhren im engeren Sinne unterscheiden sich von den bisher beschriebenen Pendeluhren durch eine sorgfältigere Arbeit überhaupt, insbesondere aber durch die Form und das Materiale des Rädergestelles, des Räderwerkes, der Hemmung, des Pendels u. s. w. Das Rädergestelle ist durchgehends aus zwei Messingplatten (Groß- und Kleinboden) gebildet, die durch messingene Querstücke, die Pfeiler, zusammengehalten werden. In den beiden Böden befinden sich die Zapfenlöcher für die Zapfen der Radwellen. Sie sind von außen kugel- oder kegelförmig versenkt um das Oehl besser zu halten, womit die Zapfen zur Verminderung der Reibung versehen werden. Um das Räderwerk vor Staub zu schützen, sind dergleichen Uhrwerke mit eigenen Kästen versehen, die meistens die Länge des zugehörigen Pendels besitzen. Man hängt sie dergestalt an einer Mauerfläche auf, daß das Zifferblatt sich in einer für das Ablesen der Uhrzeit günstigen Höhe befindet. Einen langen Kasten läßt man beinahe bis an den Fußboden des Zimmers reichen, bringt ihn aber mit demsel-

ben nicht in Berührung, um die Erschütterungen des Fußbodens nicht auf das Uhrwerk fortpflanzen zu lassen. Die Uhrkästen sind mit mehr oder weniger Geschmack ausgeführt, je nachdem sie ein mehr oder weniger kostbares Uhrwerk enthalten, sie gehören aber, mit seltenen Ausnahmen, zu den fournirten Tischlerarbeiten, für welche Fournire aus Nußbaum, Eschenholz, Mahagoni, Palisander und andere kostbare Holzarten verwendet werden. Uhrkästen älterer Bauart lassen blos das Zifferblatt der Uhr und allenfalls die Pendellinse durch eine Verglasung sehen. Bei neueren Uhrkästen ist die Verglasung derart, daß man das ganze Uhrwerk und das Pendel seiner ganzen Ausdehnung nach wahrnehmen kann. Daher ist nicht nur die Pendellinse, sondern auch jedes Gewicht mit einer messingenen rein polirten Oberfläche versehen. Eben so sind die meist in Anwendung kommenden beweglichen Rollen aus Messing und ebenfalls rein polirt. Als Uhrschnüre wendet man Saiten oder geflochtene Seidenschnüre an. Die Zifferblätter bestehen bei älteren Uhren dieser Art aus Messing mit versilberter und vergoldeter Oberfläche und eben solchen Ornamenten. Neuere Uhren haben seltener metallene, sondern meist weiß emaillirte Zifferblätter mit eingebrannten schwarzen Ziffern. Bei älteren Pendeluhren findet man oft Sekundenpendel mit rückfallender Ankerhemmung, nebstbei ein Stunden- und Viertelschlagwerk wie es bei den gemeinen Wanduhren deutscher Art eingerichtet ist. Neuere Pendeluhren werden hingegen nur selten mit Schlagwerken versehen, welche aber im vorkommenden Falle Stunden- und Viertelrepetirwerke sind. Haben Pendeluhren ohne Schlagwerk ein Sekundenpendel, so bilden sie den Uebergang zu den astronomischen Pendeluhren.

Fig. 76 stellt die Seitenansicht einer Pendeluhr älterer Einrichtung vor. e e ist die Großboden-, f f die Kleinbodenplatte, g g die Pfeiler, deren vorderer Zapfen durch die Großbodenplatte hindurchgehen und durch Vorsteckstifte festgehalten werden. D bezeichnet das Bodenrad, an dessen Welle d die Schnurtrommel δ befestiget und mittelst eines Sperrades auf die gewöhnliche Weise mit dem Rade D in Verbindung gebracht ist, um das Aufziehen des Gewichtes möglich zu machen. Selten findet man hier die Einrichtung des Gegengesperres. Das Bodenrad greift in das

Getrieb des Minutenrades C, dessen verlängerter Zapfen über das Zifferblatt hinausreicht und das Viertelrad des Zeigerwerkes trägt. Das Minutenrad greift in das Getriebe des Mittelrades B, dieses in das Getriebe des Steigrades A ein. Mit Rücksicht auf die vorhandene Hemmung und die Schwingungszeit des Pendels, welche eine Secunde beträgt, ist die Anzahl der Zähne in Rädern und Getrieben vom Minutenrade angefangen, durch die Gleichung $t = \frac{1800 \cdot ab}{A \cdot B \cdot C}$ (§. 45) bedingt. Man findet bei dieser Uhr mit Beibehaltung der früheren Bezeichnung $A = 30$, $a = 6$, $B = 48$, $b = 8$, $C = 60$, wobei $t = \frac{1800 \cdot 6 \cdot 8}{30 \cdot 60 \cdot 48} = 1$ wird. Ueber dieses hat das Rad D 80, das Getriebe c 8 Zähne, daher geht das Bodenrad in 10 Stunden einmal herum. Da die Schnur mit Anwendung einer beweglichen Rolle eine Länge von 150″ hat, wobei sie sich um die Trommel 18mal umwickeln kann, so geht die Uhr mit einem vollen Aufzuge $7\frac{1}{2}$ Tag, wird also am zweckmäßigsten an demselben Wochentage zu einer bestimmten Stunde aufgezogen. Die Ankerwelle d trägt eine Gabel m, in deren offenen Einschnitt die vierkantig rechtwinklig geformte eiserne Pendelstange eingelegt wird. Das Pendel ist mittelst einer Feder aufgehangen, deren Kloben an dem Rädergestelle befestiget wird. Dieser ist ein vierkantiger, auf demjenigen Steze i k sitzender Zapfen m, in welchem der rückwärtige Zapfen der Ankerwelle läuft. Zur Berichtigung der Pendellänge ist eine Regulirungsschraube vorhanden.

Da das Rad A in der Minute einmal herumkommt, so ist der gegen das Zifferblatt gerichtete Zapfen seiner Welle bis über dasselbe hinaus verlängert, und trägt den Secundenzeiger, welcher sich in einem eigens in 60 gleiche Theile getheilten Kreise bewegt, und die Secunden zeigt. Bei der Beschaffenheit der rückfallenden Hemmung kommt derselbe aber nicht zur Ruhe, indem er mit dem Rückgange des Steigrades ebenfalls zurückweicht, also auf den betreffenden Theilstrich nicht einsteht.

Damit das Viertelrad eines Theils eine Stellung des an seiner Hülse befestigten Zeigers zulasse, welche nothwendig wird, wenn die Uhr nach einem, z. B. durch das Ablaufen des Gewichtes

verursachten Stillstande wieder mit der richtigen Zeit in Uebereinstimmung gebracht werden soll, andern Theils aber auch so fest in den verlängerten Zapfen des Minutenrades hafte, daß es ohne zurückzubleiben mittelst des Wechselrades das Schlagwerk auszulösen vermöge, wird an jenen Zapfen eine Druckfeder geschoben, und das Viertelrad gegen dieselbe dadurch gepreßt, daß man auf das Ende des Zapfens eine Scheibe aufsetzt, und mittelst derselben und einen durch den Zapfen geschobenen Stift die Hülse gegen die Feder drückt.

Das Viertel- und Stundenschlagwerk hat ganz die Einrichtung wie sie in §. 55 beschrieben wurde, mit dem Unterschiede jedoch, daß jedes der beiden Werke nebst dem Windfange 4 Räder, nemlich das Bodenrad, das Schlag-, Schöpfer- und Anlaufrad enthält. Damit beide Schlagwerke, so wie das Gangwerk mit einem Aufzuge durch $7\frac{1}{2}$ Tage aushalten, gibt man dem Bodenrade des Viertelwerkes 80, dem Getriebe des Schlagrades 8 Zähne, wobei das erstere in 10 Stunden einmal, also in $7\frac{1}{2}$ Tagen oder 180 Stunden 18 Mal umläuft; das Bodenrad des Stundenschlagwerkes erhält ebenfalls 80, und das Getriebe des Schlagrades 8 Zähne, hingegen gibt man dem Schlagrade nur 7 Schlagnägel, wodurch sich die Anzahl seiner Umgänge für 180 Stunden auf $167\frac{1}{7}$ herausstellt, welche zu bewirken das Bodenrad $16\frac{5}{7}$ Mal umlaufen muß. Wickelt sich die Schnur bei einem vollen Aufzuge 18 Mal um seine Trommel, so bleibt nach einem $7\frac{1}{2}$-tägigen Gang der Uhr noch $1\frac{2}{7}$ Umgang der Schnur auf der Trommel, wobei also das Stundenschlagwerk durch beiläufig 14 Stunden länger aushalten würde.

58 Die modernen Pendeluhren für den gewöhnlichen Gebrauch sind, in soferne sie kein Schlagwerk besitzen, höchst einfach gebaut. Ihre Gangzeit beträgt 8 Tage, öfter einen Monat, wornach sie achttägige oder Monatuhren genannt werden. Fig. 77 zeigt eine achttägige Pendeluhr in der Seitenansicht. Das Rädergestelle besteht aus den zwei Bodenplatten g g, welche durch die Pfeiler h h zusammengehalten werden. Das Bodenrad D greift in das Getriebe des Minutenrades C ein. Dieses steht wieder mit dem Getriebe des Mittelrades B im Eingriffe, und pflanzt die bewegende Kraft durch das Getriebe a auf das Steigrad A fort.

An der Ankerwelle d befindet sich der Anker H nach der Graham'schen Construction, und die Gabel ff, welche in dem rechtwinklig abgebogenen Ende mit einer zur Aufnahme der Pendelstange geeigneten Oeffnung versehen ist. Das Pendel ist entweder mit einer Feder oder auch mit einer Seidenschnur, seltener mittelst einer Schneide aufgehangen. Sein Gewicht beträgt nicht viel mehr als 1 Pfund.

Das Zeigerwerk hat die ganz gewöhnliche Einrichtung, nur daß manches Mal die Brücke über die Viertelradhülse hinweggelassen ist. Das Zifferblatt, eine weiß emaillirte kupferne Scheibe ist mittelst des Zifferblattringes auf dem Blindboden befestiget, welcher letzterer wieder durch vier zapfenartige Stücke ii, die Zifferblattpfeiler, mit dem Großboden verbunden ist.

Die Anzahl der Zähne in den Rädern und Getrieben ist folgende:

| | | |
|---|---|---|
| 1) das Bodenrad D hat . . | 100 | Zähne. |
| 2) das Minutenrad C hat . . | 64 | " |
| 3) das Mittelrad B hat . . . | 70 | " |
| 4) das Steigrad A hat . . . | 30 | " |
| Das Minutenradgetriebe c hat . . | 8 | Zähne |
| das Mittelradgetriebe b hat . . | 7 | " |
| das Steigradgetriebe a hat . . . | 8 | " |

mithin beträgt die Schwingungszeit des Pendels

$$t = \frac{1800 \cdot 7 \cdot 8}{64 \cdot 70 \cdot 30} = \frac{3''}{4}.$$

Das Bodenrad macht in 25 Stunden zwei Umgänge, und da die an der Welle desselben angebrachte Schnurrolle einen Durchmesser von $^2/_3$ Zoll hat, so geht die Uhr mit Anwendung zweier beweglichen Rollen (vergl. §. 46) bei einer Fallhöhe des Gewichtes von 17'' durch 8·4 Tage. Sie bleibt aber bei dieser Einrichtung des Bewegungsapparates während des Aufziehens stehen, wodurch jedesmal ein kleiner Fehler von etwa 2'' entsteht, der im Vergleiche mit dem Fehler, welcher von der nicht compensirten eisernen Pendelstange herrührt, als unbedeutend anzusehen ist. Indeß sind derlei Uhren, wenn man sich die Mühe nimmt, ihre Pendellänge gehörig zu reguliren, zu welchem Zwecke das Pendel mit einer Regulirungsschraube versehen ist, und wenn man darauf

Acht gibt, daß die Hemmung und die Gabel in gehöriger Schmiere erhalten werden, bei dem Umstande, daß sie in meistens gleichmäßig erwärmten Gemächern gehen, einer ziemlichen Genauigkeit fähig.

Damit eine derartige Pendeluhr mit einem Aufzuge einen ganzen Monat gehe, darf nur zwischen dem Boden- und dem Minutenrade noch ein Rad eingesetzt werden, welches dann ein übersetztes Rad genannt wird. Dann muß aber zur Vermeidung eines schweren Zuges, sowohl das Getriebe des Minuten- als auch jenes des übersetzten Rades eine größere Anzahl von Zähnen bekommen. Die Austheilung der Zähne kann einfach nach der Gleichung III §. 45 geschehen, wobei man mit Beibehaltung der dortigen Bezeichnung hat

$$\frac{E \,.\, D}{d \,.\, c} = U \;...\; (1.$$

Soll bei m Umdrehungen des Bodenrades das Minutenrad 720 Mal umlaufen, so erhält man

$$m \,.\, \frac{E}{d} \,.\, \frac{D}{c} = 720 \;...\; (2.$$

Sei m = 12, so wird

$$\frac{E}{d} \,.\, \frac{D}{c} = 60;$$

setzt man auch $d = c = 12$, so erhält man

$$E \,.\, D = 12 \,.\, 12 \,.\, 60 = 2^6\; 3^3 \,.\, 5;$$

will man E und D nahezu gleich groß machen, so braucht man diese Factoren nur in geeigneter Weise zu combiniren. Auf diese Weise erhält man $E = 96$ und D 90; wobei dann das Rad E in 60 Stunden einmal umliefe.

Die beiden Schlagwerke einer achttägigen Pendeluhr haben folgende Einrichtung. Jedes der beiden Werke besteht 1. aus dem Bodenrade, 2. dem Schlagrade, 3. dem Schöpferrade, 4. dem Anlaufrade, 5. dem Windfange. Die Anzahl der gegenseitigen Umgänge des Schlag- und Schöpferrades bei beiden Werken und des Warnungsrades bei dem Stundenwerke ist an dieselben Bedingungen gebunden, wie diese bei den Schlagwerken der Wanduhren §. 55 bereits auseinander gesetzt wurden. Während das Schlagrad um einen Bogen vorläuft, welcher dem Abstande zweier auf einander folgenden Schlagnägel entspricht, muß das Schöpfer-

rad des Viertelwerkes einmal, jenes des Stundenwerkes aber nur ein halbmal umlaufen. Während eines halben Umganges des Schöpferrades des Stundenwerks macht das Warnungsrad eine ganze Anzahl halber oder ganzer Umgänge.

Fig. 78 zeigt die Rädersätze des Gangwerks des Viertel- und Stundenwerks wie sie nach Abhebung der Großbodenplatte sichtbar werden. Das Viertelwerk steht rechts, das Stundenwerk links vom Gangwerke.

Das Schlagrad C des Stundenwerkes muß binnen 24 Stunden den Hammer 624 Mal in Bewegung setzen, wenn bei jeder Auslösung des Viertelwerkes das Stundenwerk die nächst verflossene Stunde repetiren soll. Macht nun das Bodenrad D in 24 Stunden 2 Umgänge, so muß das Schlagrad bei jedem Umgang des Bodenrades so viel Mal umlaufen, daß hierbei seine Schlagnägel 312 Hammerhebungen bewirken. Nimmt man deren 24 an, so muß das Schlagwerk bei einem Umgange des Bodenrades 13 Umgänge machen, sonach das letztere Rad 104 Zähne erhalten, wenn das Getriebe des Schlagrads deren 8 besitzt. Das Schlagrad C erhält 72, während das Schöpferradgetriebe 6 Zähne hat. Somit läuft das Schöpferrad jedes Mal zur Hälfte um, wenn sich das Schlagrad um den 24sten Theil seiner Peripherie dreht, oder ein Schlag des Stundenhammers erfolgt. Hat das Schöpferrad 60, das Getriebe des Anlaufrads A 6 Zähne, so läuft bei jedem halben Umgang des ersteren Rades das letztere 5 Mal um, womit der Bedingung entsprochen wird, welche rücksichtlich der jedesmaligen Stellung des Anlaufrads Statt finden muß. Das Schlagrad C des Viertelwerkes hat 10 Schlagnägel, und geht in jeder Stunde einmal um; damit es aber bei zwei Umgängen des Bodenrads D 24 Mal umlaufe, so muß letzteres 96 Zähne erhalten, wenn das Getriebe des Schlagrades 8 Zähne haben soll. Weil das Schöpferrad B ein ganzes Mal umgehen muß, während sich das Schlagrad um den zehnten Theil seines Umfanges dreht, so erhält dieß 60 Zähne, wenn das Getriebe des erstern Rades 6 Zähne hat.

Die Zähnezahl in dem Anlaufrade und seinem Getriebe, so wie im Getriebe des Windfanges f ist willkürlich, doch ist sie mit Rücksicht auf die Stellung und Größe des Rades und die

zweckmäßige Beschaffenheit der Getriebe in gewisse Grenzen eingeschlossen.

Es stellt sich das Schema der Anzahl Zähne in Rädern und Getrieben in beiden Schlagwerken folgender Maßen:

Im Stundenschlagwerke hat:

| | | |
|---|---|---|
| 1) das Rad D . . . . . . . . | 104 | Zähne |
| 2) das Rad C . . . . . | 72 | Zähne u. 24 Schlagnäg. |
| 3) das Rad B . . . . . | 60 | " |
| 4) das Rad A . . . . . | 60 | " |
| 1) Das Getriebe c . . . . | 8 | " |
| 2) das Getriebe b . . . . | 6 | " |
| 3) das Getriebe a . . . . | 6 | " |
| 4) das Getriebe des Windfangs | 6 | " |

Im Viertelwerke hat:

| | | |
|---|---|---|
| 1) Das Rad D . . . . . . . . | 96 | " |
| 2) das Rad C . . . . . . . | 60 | " u. 10 Schlagnäg. |
| 3) das Rad B . . . . . . . | 60 | " |
| 4) das Rad A . . . . . | 54 | " |
| 1) das Getriebe c . . . . . | 8 | " |
| 2) das Getriebe b . . . . | 6 | " |
| 3) das Getriebe a . . . . | 6 | " |
| 4) das Getriebe des Windfangs | 6 | " |

Bei dieser Anordnung der Räder und Getriebe hält jedes Schlagwerk durch 8 Tage mit einem Aufzuge aus, wenn sich die Trommel beim Ablauf des Gewichtes 16 Mal umdreht. Schnurrollen können bei dieser Art von Uhren aus dem Grunde nicht wohl angewendet werden, weil sie bei dem Gebrauche der beweglichen Rollen zum Zwecke eines kleineren Fallraumes bei gleich langer Schnur zu viel Platz in Anspruch nehmen, welcher sich bei drei Rädersätzen nicht gewinnen läßt. Die Richtung der Bewegung der Schlagnägelräder kann aus der Zeichnung leicht erkannt werden. Da sie in beiden Schlagwerken dieselbe ist, der Viertelhammer aber gegen den Stundenhammer gerichtet sein soll, so muß der Hebelarm, auf welchen die Nägel des Viertelschlagrades wirken, eine hakenförmige in der Zeichnung ersichtlich gemachte Form erhalten, um den Viertelhammer in entgegengesetzter Richtung von jener des Stundenhammers zu heben.

Die Auslösung und die rechtzeitige Hemmung der beiden Schlagwerke erfolgt durch das Vorgelege, welches auf dem Großboden des Rädergestelles angebracht ist. Seine Einrichtung wird in Fig. 79 dargestellt. In a befindet sich die Drehungsaxe des Winkelhebels f a d. Der Arm a d trägt das Bogenstück b c, dessen äußere Begränzung sich nahe an s erstreckt, welches den über den Großboden verlängerten Zapfen der Schöpferradwelle darstellt. An demselben ist der Schöpfer s e aufgesteckt, ein zweiarmiger Hebel, dessen längerer Arm s e sich auf die Platte d stützt, welche auf dem Bogenstücke b c befestigt ist. Damit diese in der in der Zeichnung dargestellten Lage erhalten werde, ist das Bogenstück b c auf der converen Seite mit mehreren Zähnen versehen, um in einen der Zahnschnitte den Sperrkegel i aufzunehmen, welcher von dem einarmigen Hebel g h ausgeht, dessen Drehungsaxe g ist. Das verzahnte Bogenstück b c mit dem Arm a d heißt der Viertelrechen, der Hebel g h die Einfallklinke. Da der Schöpfer in der Richtung des beigesetzten Pfeiles umlauft, wenn ihm kein Hinderniß entgegentritt, so ist klar, daß durch die Entfernung der Platte d, welche in der in der Zeichnung angenommenen Stellung den Schöpfer, und somit auch das Viertelwerk in seiner Bewegung hemmt, das Viertelschlagwerk ausgelöst werde.

An den kurzen Hebelarm a α drückt eine Feder $\beta\gamma$ in der Richtung des beistehenden Pfeiles; wird also die Einfallklinke g h ausgehoben, so treibt die genannte Feder den Viertelrechen augenblicklich in der Richtung b c so weit, bis der Rechenarm a f mit einem Anschlagstifte bei f auf das Staffelrad U anfällt, welches mit dem Wechselrade VV des Zeigerwerkes einerlei Drehungsaxe hat. Das Staffelrad dreht sich in der Stunde einmal um seine Axe; und indem seine Peripherie in vier gleiche Theile getheilt ist, welche von Bögen von verschiedenen Halbmessern begränzt sind, kann der Viertelrechen beim Auslösen der Einfallklinke um einen, zwei, drei, oder vier seiner Zähne gegen das Staffelrad zurückspringen, je nachdem der eine oder andere Quadrant desselben dem Anschlagstifte des Rechenarmes entgegensteht. Nach erfolgter Auslösung des Rechens fängt aber das Viertelwerk an, sich in Bewegung zu setzen, und es erfolgt bei jedem

Umgange des Schöpferrades, also auch des Schöpfers es ein Schlag. Während das Ende e des Schöpfers das vierte Viertel der von ihm beschriebenen Peripherie zurücklegt, greift sein kürzerer zahnförmiger Arm in einen Zahnschnitt des Viertelrechens ein, und schiebt diesen um eine Zahnweite in der Richtung c b weiter. Da aber der Haken i der Einfallklinke nach dem Auslösen des Rechens auf dessen Zähnen steht, so hindert er durch sein sogleiches Einfallen ein Zurückgehen des Rechens, wenn der Zahn des Schöpfers ausläßt. Dieser kann aber so oftmal umgehen, somit der Hammer so viel Mal schlagen, um wie viel Zähne der Rechen vorgeschoben werden muß, damit die Platte d sich unter dem Schöpfer stellt, und diesen in seiner weiteren Bewegung hemmt. Springt also der Viertelrechen bei seiner Auslösung um 1, 2, 3 oder 4 Zähne zurück, so muß der Schöpferzahn ihn um eben so viele Zähne vorwärts bewegen, damit die Platte d die zum Hemmen des Schöpfers erforderliche Stellung erlangt. Somit hängt die Anzahl Schläge, welche das Viertelwerk nach jeder Auslösung macht, lediglich von der Stellung des Staffelrades U ab, und so lange diese ungeändert bleibt, erfolgen gleich viel Hammerschläge, wodurch das Repetiren des Viertelwerks möglich gemacht ist.

Die Auslösung desselben am Ende einer jeden Viertelstunde erfolgt durch das Gehwerk selbst. Zu diesem Ende trägt das Staffelrad U vier auf seine Ebene senkrecht gestellte Stifte σ, welche von einander um einen Bogen von 90° abstehen. Der Arm km des Winkelhebels mkl (Spring- und Auslösehebel) reicht in den Kreis dieser Stifte, wird also beim Umgange des Staffelrades in der Richtung des Pfeiles nach und nach von jedem derselben ergriffen, und um einen gewissen Winkel gedreht. Da sich aber dieser Drehung eine auf den kurzen Arm kε drückende Feder δε wiedersetzt, und dieses mit um so größerer Kraft je größer der Drehungswinkel wird, so treibt, nachdem das Ende m des Hebelarmes km von dem Stifte σ ausgelassen wird, die Feder δε den Hebelarm kl mit einer gewissen Kraft aufwärts, und indem dieser an den in der Einfallsklinke befestigten Stift h anschlägt, wird diese ebenfalls nach aufwärts gestoßen und so der Viertelrechen frei gemacht.

Das Vorgelege für das Stundenschlagwerk ist von ähnlicher Einrichtung wie die des Viertelwerkes. Der Stundenrechen a′b′c′ dreht sich um die Axe bei a′, wobei sein convexer mit etwa 14 Zähnen versehener Bogen unter dem Zapfen s′ des Schöpferrades vorübergeht. Der auf diesen Zapfen aufgesteckte zweiarmige Schöpfer e′s′e″ stützt sich, wenn das Schlagwerk außer Thätigkeit ist, auf die Platte d′, wodurch eben die Hemmung des Schöpferrades bewerkstelliget wird. Die Einfallklinke g′h′ liegt mit ihrem hakenartigen Theil i′ in einem Zahnschnitte des Stundenrechens, und verhindert, daß dieser dem Drucke der Feder $\beta'\gamma'$ nachgebe und in der Richtung b′c′ zurückfalle. Bei der Auslösung des Viertelwerkes drückt aber das Ende c des Viertelrechens auf den Arm g′h″ der Einfallklinke des Stundenrechens, hebt ihn also aus und der Stundenrechen fällt so weit zurück, bis sein Arm a′f′ mit dem bei f′ befindlichen Anschlag auf das Staffelrad T auffällt. Dasselbe hat mit dem sogenannten Sterne einerlei Drehungsaxe, und bietet, da der Stern in 12 Stunden einmal herum kommt, indem das Viertelrad bei jedem Umgang eine Spitze desselben sprengt, dem Arm a′f′ von Stunde zu Stunde eine Staffel von einer andern Höhe dar, wobei der Stundenrechen von der ersten Stunde angefangen bis zur zwölften jedes Mal um einen Zahn weiter zurückspringt. Ist aber sodann der Schöpfer s′e′ frei geworden, so fängt das Stundenschlagwerk an, sich in Bewegung zu setzen, wenn sonst kein Hinderniß vorhanden ist; und da bei jedem halben Umgange des Schöpferrades ein Schlag erfolgt, so hat derselbe zwei Arme, um allenfalls schon nach einem halben Umgange das Schlagwerk zu hemmen, wenn durch das Vorrücken des Rechens die Platte d′ unter ihn gelangt. Letzteres wird durch die beiden Zähne des Schöpfers bewirkt, welche in der Richtung seiner Arme liegen, und von denen je einer bei der halben Drehung des Schöpferrades den Rechen um einen Zahn vorrückt. Das Zurückgehen des Rechens wird durch die Einfallklinke g′h′ verhindert, deren Haken i′ nach erfolgter Auslösung auf den Zähnen des Rechens sitzt und bei jeder Verschiebung desselben durch die Schöpferzähne in einen Zahnschnitt des Rechens einfällt. Das Schöpferrad macht daher bei einer jeden Auslösung des Rechens so viel halbe Umgänge, und erfolgen daher eben so

viele Hammerschläge, als um wie viele Zähne der Stundenrechen zurückgefallen ist, indem der eine Schöpferarm auf die Platte d' auffällt, wenn der Rechen um eben so viele Zähne durch den Schöpfer vorwärts geführt worden ist. Damit aber der Stundenrechen bei einer jeden Auslösung um jene Anzahl von Zähnen zurückfalle, welche der von dem Stundenzeiger angegebenen Stunde entspricht, muß das Stoffelrad T mit dem Zeigerwerke übereinstimmend gestellt worden sein. Ist dieses einmal geschehen, dann bleibt dasselbe mit dem Zeigerwerke so lange in Uebereinstimmung, als dieses nicht abgenommen wird, weil das Viertelrad den Stern sprengt, ob das Schlagwerk gangfähig ist oder nicht, vorausgesetzt, daß dasselbe nicht im ausgelösten Zustande stecken bleibt. Im letzteren Falle kann das Viertelrad den Stern nur so lange sprengen, bis der Anschlagstift des Stundenrechenarms a' f' auf die tiefste Staffel des Staffelrades zu stehen kommt. Wird nun der Rechen durch das Schöpferrad nicht in seine normale Stellung, welche die Zeichnung angibt, zurück geführt, so legt sich jener Stift an die lange Seite der höchsten Staffel und läßt den Stern nicht sprengen. Da hierbei auch das Viertelrad nicht weiter kann, so bleibt die Uhr stehen, welches kurz nach 1 Uhr erfolgt. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes macht man den Rechenarm a' f' oder wenigstens den Theil desselben, welchen der Anschlagstift trägt, dünn und elastisch, damit er bei einem starken Drucke jener Schnittfläche des Staffelrades ausspringt, und dieses weiter gehen kann. Eine gleiche Einrichtung erhält der Arm des Viertelrechens, damit die Uhr nicht stehen bleibe, wenn das Viertelwerk nach geschehener Auslösung zufälligerweise nicht schlagen würde.

Da das Stundenwerk in demselben Augenblicke ausgelöst wird, in welchem die Auslösung des Viertelwerkes erfolgt, so würde es ohne weiterer Vorrichtung mit diesem gleichzeitig zu schlagen beginnen. Damit aber seine Schläge erst dann anfangen, wenn jene des Viertelwerkes bereits beendet sind, so ist noch eine sogenannte Warnung vorhanden, welche einfach in Folgendem besteht. Der zweiarmige Hebel o p q, dessen Drehungsaxe in p ist, liegt mit dem Ende q in einem Einschnitte des Viertelrechens a b c, und wird durch denselben in der Richtung c b gedrückt. Eine schwache Feder ρ treibt ihn aber in entgegengesetzter

Richtung. Kann er dieser folgen, so legt sich die kleine Anlaufplatte o, welche durch eine Oeffnung des Großbodens in das Innere des Rädergestelles reicht, vor den Stift des Anlaufrades A, und hemmt das ganze Schlagwerk, ungeachtet der Schöpfer e′s′ nach Auslösung des Stundenrechens frei geworden ist. Dieses findet aber Statt, wenn bei der Auslösung des Viertelwerkes jener Einschnitt zurückspringt, und auf das Hebelende q keinen Druck ausübt. So lange also das Viertelwerk ausgelöset bleibt, so lange hält der Hebel o p q das Stundenwerk in seiner Bewegung zurück, und erst, wenn mit der Zurückführung des Viertelrechens in seine normale in der Zeichnung ersichtlich gemachte Stellung der Hebelarm q in der Richtung c b zurückgedrängt wird, kann der Stift des Anlaufrades vor der Platte o vorbei und das Räderwerk die durch die Stellung des Staffelrades bedingte Anzahl Schläge machen.

Zur absichtlichen Auslösung der Schlagwerke dient der zweiarmige Hebel t u v, welcher sich um die Axe bei u drehen läßt, und durch eine Feder φ, welche an den kurzen Ansatz u z drückt, in seiner normalen Stellung erhalten wird, wobei ein kurzer Zapfen an dem Arm u v in eine ovale Oeffnung des Großbodens hineinreicht, und sich an die untere Fläche derselben anlegt. Zieht man an der in dem Ohr bei t befestigten aus dem Uhrkasten hinaushängenden Schnur, so wird durch den Hebelarm v die Einfallklinke des Viertelwerkes und durch dieses das Stundenschlagwerk ausgelöst, und es erfolgt jene Anzahl von Schlägen für die Viertel und Stunden, welche die Uhr am Ende der nächst verflossenen Viertelstunde von selbst angegeben hat. Durch die Entfernung des Winkelhebels m k l wäre die Uhr außer Stande gesetzt, die Schlagwerke selbst auszulösen; da sie aber das Viertel- und Stundenstaffelrad regelmäßig bewegen würde, so gäbe sie doch jedesmal die richtige Anzahl Schläge, wenn man sie absichtlich schlagen ließe. Man findet aber nur höchst selten Schlagwerke von einer solchen Einrichtung, welche höchstens den Vortheil haben, daß sie die bewegende Kraft des Gangwerkes weniger in Anspruch nehmen, und nicht mit beständigen Schlagen lästig werden, was, wenn derlei Uhren sich in Schlafgemächern oder in der Nähe derselben befinden, wenigstens in Krankheits-

fällen sehr leicht der Fall sein kann. Man kann aber den Vortheil dieser Einrichtung ohne ihren Nachtheil auch dadurch erringen, daß man jenen Winkelhebel sperrt, welches einfach durch einen zweiarmigen Hebel x v′ z′ bewerkstelliget wird, dessen Ende x man mit Hilfe des am Rande des Zifferblattes herausstehenden Endes z′ gegen den Hebelarm k l drückt, und somit diesen verhindert, die Einfallsklinke g h auszuheben. Dieser Hebel x v′ z′ ist aber immer an dem Blindboden des Zifferblattes angebracht.

Ist eine Monatuhr mit Schlagwerken versehen, so müssen auch diese mit einem Aufzuge einen Monat aushalten. Dabei ändert sich die Einrichtung der Räder vom Schlagrade angefangen gegen den Windfang zu in gar nichts, außer daß das Stundenschlagrad weniger Schlagnägel zu erhalten braucht, da man bei der unvermeidlichen Anwendung eines übersetzten Rades eine hinreichende Anzahl von Umdrehungen des Schlagrades herausbringt, wenn auch die Anzahl seiner Nägel etwas kleiner ist.

Folgendes Schema gibt die Anzahl Zähne in Rädern und Getrieben in einer Monatpendeluhr mit Viertel- und Stundenrepetirschlagwerk vom Bodenrade bis zum Schlag- und Minutenrad da die übrigen Räder nach dem vorigen Schema angeordnet sein können.

| | Im Gangwerke, | im Viertelwerke, | im Stundenschlagwerke, |
|---|---|---|---|
| Das Bodenrad hat | 96 Zähne. | 96 Zähne. | 144 Zähne. |
| Das Mittelrad Tage | 96 „ | 96 „ | 96 „ |
| Das Mittelradgetriebe hat | 12 „ | 12 „ | 12 „ |
| Das Minuten-, beziehungsweise Schlagradgetr. hat | 8 „ | 8 „ | 8 „ |
| Das Schlagrad hat Schlagnägel | | 10. | 18. |
| Umgangsz. d. Bodenrades | 4 Tage, | 4 Tage, | $4^2/_{13}$ Tage. |
| Anzahl der Umgänge d. Boderades in einem Monate | $7^1/_2$ „ | $7^1/_2$ „ | $7^2/_9$ „ |
| Fallraum d. Gewichtes bei einer Trommel von 2′ Durchmes. u. Anwendung einer beweglichen Rolle | 24″ | 24″ | 24″ |

59. Pendeluhren, welche, wenn auch nur zum Privatgebrauche bestimmt, die Zeit beständig mit großer Genauigkeit angeben, und daher mit einem Secundenzeiger versehen sind, ohne aber ein Schlagwerk oder einen andern Mechanismus zu besitzen, dessen Vorrichtungen nicht unmittelbar auf den Hauptzweck der Uhr hinwirken, werden astronomische Pendeluhren genannt.

Das Pendel einer solchen Uhr ist fast ohne Ausnahme ein Secundenpendel, welches durch eine möglichst richtige Compensation gegen den Einfluß der Temperatur unempfindlich gemacht ist. Der Pendelkörper hat immer ein bedeutendes Gewicht, und weicht nur in dem Falle von der Linsenform ab, wenn die Quecksilbercompensation angewendet wurde, wo dann der Pendelkörper aus einem einfachen oder doppelten Cylinder besteht. Das Pendel ist meist mit einer Feder, mitunter auch mittelst einer Schneide aufgehängt, die Aufhängevorrichtung aber immer so beschaffen, daß sie dem Pendel eine möglichst leichte Bewegung um eine horizontale Drehungsaxe gestattet. Ein gut aufgehängtes Pendel vermag ohne Ersatz an bewegender Kraft durch 6—8 Stunden fortzuschwingen.

Die bei astronomischen Pendeluhren angewendete Hemmung ist meistens die ruhende Ankerhemmung nach Graham's Construction, wobei der Elongationswinkel selten einen Grad überschreitet. Die Drehungsaxe der Ankerwelle liegt in der Verlängerung der Drehungsaxe des Pendels, damit an der Stelle, wo die Gabel mit der Pendelstange in Verbindung tritt, keine schädliche Reibung entstehen könne. Gewöhnlich ist der mit der Ankerwelle verbundene Hebelarm, welcher insgemein den Namen „Gabel" führt, an seinem freien Ende umgebogen, und erhält dadurch eine Art von Zapfen, welcher in eine genau passende längliche Oeffnung der Pendelstange eingelegt wird. Ist die Uhr bereits aufgestellt, wobei sie sich in einem gut schließenden vor jeder Erschütterung gesicherten Kasten befindet, so erhält der Zapfen der Gabel in der Ruhelage des Pendels eine bestimmte Stellung, wodurch auch jene der Ankerarme gegen die Zähne des Steigrades bedingt ist. Da aber letztere eine bestimmte sein muß, wenn der Abfall der Steigradszähne beim Gange der Uhr in gleichen Zwischenzeiten stattfinden soll, wie dieses für die regelmäßige Be-

wegung des Pendels unerläßlich ist, so muß auch die Verbindungslinie der Axe des Zapfens mit jener der Ankerwelle (in einer zur Schwingungsebene parallelen Ebene) mit jedem der beiden Ankerarme, die richtige Construction derselben vorausgesetzt, einen gleichen Winkel bilden. Hätte aber die Gabel eine andere Lage gegen die Ankerarme, als für diese Stellung ihres Zapfens nothwendig ist, so müßte man sie so weit nach der einen oder andern Seite biegen, bis jene Stellung des Zapfens erreicht wäre. Diese Berichtigung ist aber stets unsicher und kann leicht ein Abbrechen eines Zapfens der Ankerwelle herbeiführen. Um aber dennoch eine Veränderung der Stellung des Gabelzapfens zu ermöglichen, macht man denselben beweglich, und führt ihn entweder mit einer Schraubenvorrichtung wie in Fig. 80, oder setzt ihn auf eine mit der Gabel verbundene um ihren Mittelpunkt drehbare Scheibe, durch deren Bewegung der Zapfen der Gabelaxe genähert oder von ihr entfernt werden kann. Durch jede dieser Vorrichtungen läßt sich der Abfall bis zur vollkommenen Gleichheit mittelst des Gehöres reguliren, ohne dabei die Gabel selbst aus ihrer Stellung gegen die Ankerwelle zu bringen.

Das Rädergestelle ist wie bei anderen Pendeluhren aus den zwei Bodenplatten und den vier Pfeilern aus Messing gebildet, nur sind die Zapfenlöcher für die Zapfen der Ankerwelle und jene des Steigrades oft auch noch für das Mittel- und Minutenrad, bei letzterem aber nur das Zapfenloch im Kleinboden aus harten Edelsteinen (Rubin oder orientalischer Saphir) hergestellt, und aus solchen auch die Ankerpaletten bereitet. Das Bodenrad ist zur Vermeidung des Stehenbleibens des Räderwerkes während des Aufziehens der Uhr mit einem Contragesperre versehen, wenn nämlich zur Aufnahme der Schnur eine Trommel angewendet wird, wie dieß meistens der Fall ist. Manchesmal, besonders bei weniger solid gebauten astronomischen Pendeluhren, läuft die Schnur über eine Rolle, welche dann, um die Uhr auch beim Aufziehen im Gange zu erhalten, und doch ein Gegengesperre zu ersparen, die Einrichtung der Schnur ohne Ende erhält.

Die Gangzeit einer solchen Uhr beträgt selten weniger als 8 und mehr als 30 Tage. Man findet aber auch astronomische Pendeluhren, besonders für den Privatgebrauch, welche mit ei-

nem Aufzuge durch 8 bis 6 Monate oder auch ein ganzes Jahr gehen. Die neuere Uhrmacherkunst weiset aber auch Uhren dieser Art mit einer Gangzeit von 10 Jahren auf.

In Fig. 81 ist das Räderwerk einer einfachen astronomischen Pendeluhr dargestellt, wie sie von dem Uhrmacher Alois Löffler in Wien seit mehr als 10 Jahren erzeugt wird, und sich eines allseitigen Beifalls erfreut. Das Bodenrad B ist zugleich Minutenrad, geht sonach alle Stunden einmal um; das Steigrad A macht aber alle zwei Minuten einen Umlauf. Sein Getriebe a hat 8 Zähne, während das Rad B 240 Zähne besitzt. Die Anzahl Zähne des Steigrades A beträgt 60. Die Hemmung ist die ruhende Ankerhemmung nach Graham, das Pendel ein Secundenpendel mit hölzerner Stange und einer an 8 Pfund schweren Linse, deren messingene Hülse mit Blei gefüllt ist. Obschon aber das Pendel nicht compensirt ist, so ändert es, da das Blei der Linse der Ausdehnung des Holzes entgegen wirkt, für jeden Grad Temperaturänderung binnen 24 Stunden seinen Gang nur um etwa 0·‴05, was also, wenn die Temperatur gegen jene, bei welcher das Pendel seine richtige Länge hat, um 10° C verschieden ist, täglich nicht ganz eine halbe Secunde beträgt. Würde also das Pendel bei 15° C regulirt, so geht es in der wärmeren Jahreszeit, wo die Temperatur in der Sonne ausgesetzten Zimmern leicht auf 25° C steigt, monatlich höchstens um 15″ zu spät, während es im Winter nahezu die richtige Zeit einhält.

Damit die Uhr während des Aufziehens nicht stehen bleibe, ist die Schnur ohne Ende angewendet. Die Fallhöhe des Gewichtes beträgt 4′ 6″, mithin geht während des Ablaufens desselben eine Schnurlänge von 9′ über der Rolle des Bodenrades. Diese dreht sich aber während eines Tages 24 Mal um; da aber die Uhr mit einem Aufzuge durch 7 Tage geht, so findet man den Durchmesser dieser Rolle 2·‴45. Das Hauptgewicht hat 24, das Gegengewicht 8 Loth, wornach die zur Bewegung des Räderwerkes entfallende Kraft 8 Loth beträgt. Das Zeigerwerk hat die ganz gewöhnliche Einrichtung, der Stunden- und Viertelzeiger bewegen sich in der gewöhnlichen, der Secundenzeiger aber in der der erstern entgegengesetzten Richtung. Sein Kreis ist, da das Steigrad erst in zwei Minuten einmal umgeht, in 120 gleiche Theile

getheilt, so daß auf die eine halbe Peripherie die 60 Theilstriche für die erste, auf der andern jene der zweiten Minute entfallen.

In Fig. 82 ist die Einrichtung einer eigentlichen astronomischen Pendeluhr dargestellt, wie man sie meist auf Sternwarten findet. F stellt die Kleinbodenplatte g g g g die vier Pfeiler des Rädergestelles dar, wie diese Stücke sichtbar sind, wenn der Großboden abgenommen ist. Die Räder, deren fünf an der Zahl folgen vom Bodenrade E angefangen in der Ordnung E, D, C, B, A auf einander, wobei also E das Bodenrad, D ein übersetztes, C das Minuten-, B das Mittel- oder Kleinbodenrad und A das Steigrad vorstellen. Die Anzahl Zähne in diesen Rädern ist der Ordnung nach 216, 144, 80, 60 und 30; die Anzahl der Zähne in den Getrieben, welche in Uebereinstimmung mit der für die Räder gebrauchten Bezeichnung durch d, c, b, a dargestellt sein sollen, in dieser Reihenfolge 18, 12, 10, 8. Das Bodenrad macht in 6 Tagen einen Umgang, das übersetzte Rad lauft dagegen in 12 Stunden einmal um; das Minutenrad dreht sich wie gewöhnlich in einer Stunde einmal um seine Axe.

Die Hemmung ist die ruhende Ankerhemmung nach Grahams Construction, die Schwingungszeit des Pendels beträgt eine Secunde, für welche die Anzahl Zähne in den Rädern und Getrieben vom Minutenrade angefangen, berechnet ist. Der verlängerte Vorderzapfen der Steigradswelle reicht bis zur Oberfläche des Zifferblattes und trägt, da das Steigrad in der Minute ein Mal umläuft, den Secundenzeiger, dessen Spitze in dem in Fig. 83 ersichtlich gemachten Secundenkreis sich bewegt. Der Minutenzeiger ist einfach auf den Zapfen des Minutenrades C aufgesteckt, welcher zu diesem Zwecke bis über die Zifferblattfläche hinausgeführt ist, und in der Mitte desselben steht. Deßhalb erhält der Minutenkreis den größten Radius, und erstreckt sich über die ganze Fläche des Zifferblattes.

Das Stundenrad S steckt, wie Fig. 84 zeigt, an einer fixen Axe s, und wird von einem auf den über den Großboden herausreichenden Zapfen des übersetzten Rades D aufgesteckten Wechselrade W, welches mit dem Stundenrade eine gleiche Anzahl von Zähnen hat, umgetrieben. Der Stundenzeiger hat daher einen eigenen Kreis, wie dies in Fig. 83 ersichtlich gemacht ist.

Das Bodenrad ist mit einer Schnurtrommel versehen, welche 15 Umwindungen der Schnur aufzunehmen vermag, wobei die Uhr mit einem Aufzuge drei Monate fortgeht. Damit sie während des Aufziehens nicht stehen bleibe, ist das Bodenrad mit einem Gegengesperre versehen. Zur Vermeidung der Fallhöhe des Gewichtes ist eine bewegliche Rolle angewendet. Das Gewicht durchläuft bei einer zweizölligen Trommel einen Raum von nicht ganz 4'. Die Länge der Trommel hat nahezu 1¼ Zoll, jene der Welle des Bodenrades, mit welcher auch die übrigen Radwellen und die Pfeiler übereinstimmen, von Brust zu Brust, (d. i. von jenen Flächen, von welchen die Zapfen beginnen), 2 Zoll. Das kreisförmige weiß emaillirte ebene Zifferblatt besitzt einen Duchmesser von 9 Zoll. Die Zeiger sind aus Stahlblech hergestellt und blau angelaufen.

Das mittelst Feder aufgehängte Sekundenpendel hat die Rostpendelcompensation mit einer zur Berichtigung derselben geeigneten Vorrichtung. Der Gabelstift ist zur Regulirung des Abfalles mittelst einer drehbaren Scheibe zu verstellen. Endlich sind die Ankerpaletten, sowie die Zapfenlöcher von der Ankerwelle angefangen bis zum Minutenrade aus Rubin hergestellt, überdieß noch die Zapfenlöcher der Anker- und Steigradswelle zur Verhütung einer Verschiebung derselben mit Deckplatten aus eben diesem Stein versehen, gegen welche die etwas abgerundeten Spitzen der betreffenden Zapfen laufen, und so die Reibung an der Brust dieser Wellen beseitigen, welche nicht nur größer, sondern auch leicht veränderlich wäre. Bei manchen astronomischen Uhren ist die Anordnung der Zeiger so getroffen, daß die Axe des Sekundenzeigers in der Mitte des Zifferblattes steht, der Minuten- und Stundenkreis aber gegen den Sekundenkreis excentrisch gestellt sind. Mitunter haben aber alle drei Kreise einerlei Mittelpunkt, in welchem Falle der Rädersatz des Gangwerkes und das Zeigerwerk die in Fig. 85 und 86 ersichtlich gemachte Anordnung erhalten.

Das Steigrad A erhält seinen Platz beinahe in der Mitte der beiden Böden des Rädergestelles, auf welches das Zifferblatt so aufgesetzt wird, daß der verlängerte Vorderzapfen der Steigradswelle a genau durch den Mittelpunkt des gemeinschaftlichen Stunden-, Minuten- und Sekundenkreises geht. Da man die Bodenradwelle e nicht wohl anders als in der durch die Steig-

radwelle gezogene Vertikallinie (wenn die Uhr aufgestellt gedacht wird) anbringen kann, da der auf dem Zifferblatte sichtbare Aufzugszapfen derselben das Auge unangenehm affiziren würde, wenn er seitwärts gestellt wäre, so müssen zur Vermeidung einer übermäßigen Höhe der beiden Böden das übersetzte Rad D und das Kleinbodenrad B von jener Linie etwas abweichen, und das eine rechts, das andere links von derselben gesetzt werden. Ueber den Zapfen des Steigrades wird eine Hülse geschoben, deren plattenförmiger Ansatz n an den Großboden aufgeschraubt wird, wodurch man vermeidet, daß die Hülse des Viertelrades M, welche über den genannten Zapfen gesteckt werden muß, der Bewegung des Steigrades hinderlich werde. Das Viertelrad M wird von dem über den Großboden hinausreichenden Getriebe b des Kleinbodenrades B geführt, dessen Vorderzapfen in einem auf den Großboden aufgeschraubten Stege K läuft. Daher ist die Umlaufszeit dieses Rades, dann die Zahl der Zähne seines Getriebes und des Minutenrades so gewählt, daß bei 60 Umgängen des Steigrades das Viertelrad einmal herum kommt. Auf der Hülse des letzteren sitzt ein zweites Rad m, dessen Zähne in das Wechselrad W eingreifen. Das mit diesem verbundene Getriebe w führt endlich das Stundenrad S, dessen Hülse über die des Viertelrades gesteckt ist. Beide Räder sind durch den bei einem Zeigerwerke gewöhnlich vorhandenen Steg L getrennt, welcher auf dem Großboden befestiget, und mit einer Hülse versehen ist, welche zwischen den Hülsen des Minuten- und Stundenrades hindurchgeht, wodurch eine schädliche Reibung derselben vermieden wird. Bezeichnet M und B die Anzahl der Zähne des Minuten- und Kleinbodenrades, b und a jene des Getriebes des Kleinboden- und Steigrades, so hat man als Bedingung für die richtige Bewegung des Minutenrades:

$$\frac{M}{b} \cdot \frac{B}{a} = 60.$$

Ist nach der Anordnung des Rädersatzes der vorigen Uhr B = 60; a = 8, b = 10, so ergibt sich aus dieser Gleichung M = 80 dieselbe Anzahl von Zähnen, welche das Minutenrad C besitzt, wie dieses in der Natur der Sache liegt. Die weitere Anordnung des Zeigerwerks bedarf kaum einer Erläuterung, und

stimmt ganz mit der in den §§. 49 und 50 angegebenen überein, wenn man die Anzahl Zähne von dem Rade m mit jenen von M in den bezüglichen Gleichungen verwechselt.

Anmerk. Diese, so wie fast jede zu astronomischen Zwecken bestimmte Uhr zeigt nicht mittlere sondern Sternzeit, unter welcher man die richtige Zeitangabe der Uhr nach der Dauer und Eintheilung des Sterntages zu verstehen hat. Der Sterntag wird ebenso wie der wahre oder mittlere Sonnentag in 24 Stunden, die Stunde in 60 Minuten, und die Minute in 60 Sekunden eingetheilt. Seine Dauer ist aber etwas kürzer (um 3′ 55.″9) als die des mittleren Sonnentages. Der Mittag des Sterntages tritt ein, wenn der Frühlingsnachtgleichepunkt durch den Meridian des Beobachtungsortes geht.

60. δ Thurmuhren. Die Thurmuhren älterer Construction stimmen in ihrer Haupteinrichtung, mit geringen Ausnahmen, fast alle überein. Das aus Schmiede- oder Gußeisen hergestellte Rädergestelle bietet für die Zapfen der Räder der Ankerwelle und der anderweitigen einer drehenden Bewegung unterliegenden Bestandtheile die nöthigen Lager, welche mitunter aus Messing oder Kanonengut bestehen. Den Vorder- und Hintertheil dieses Gestelles, bei Schmiedeeisen aus mehreren unter sich verbundenen Schienen zusammengesetzt, bei Gußeisen aus durchbrochenen Rahmen bestehend, wird durch schmiedeiserne Querbolzen zusammengehalten, deren zapfenförmige Enden entweder durch sogenannte Federkeile, oder durch Schrauben mit jenen Theilen verbunden sind. Die Räder bestehen bei älteren Uhren dieser Art aus Schmiedeeisen, bei neueren häufig aus Gußeisen. Die Wellen sind aber immer aus Schmiedeeisen, ihre Zapfen meist verstählt. Als Getriebe werden bei schmiedeisernen Rädern fast ausschließlich sogenannte Laternengetriebe angewendet, wobei die schmiedeeisernen oder auch mitunter stählernen Triebstöcke in schmiedeiserne Scheiben eingelassen sind. Erhält aber die Uhr gußeiserne Räder, so sind auch die Getriebe von der gewöhnlichen Radform aus Gußeisen erzeugt und an die Wellen aufgesteckt. Gußeiserne Räder empfehlen sich vor den schmiedeisernen durch eine richtigere Verzahnung und durch größere Wohlfeilheit, ohne daß für ihre Dauerhaftigkeit zu besorgen wäre. In Frankreich

wendet man aber häufig messingene Räder an, deren Zähne eingeschnitten werden.

Bei älteren Uhren findet man die rückfallende Ankerhemmung, mitunter sogar den Spindelgang, bei neueren Uhren werden die ruhende Ankerhemmung, der Stiften- oder Scheerengang und von einigen Uhrmachern, wie von Stiel in Wien die freie Ankerhemmung mit Vortheil angewendet. Das Pendel ist bei älteren Uhren fast nie mit einer Compensation versehen, es besteht meist aus einer eisernen Stange mit einer steinernen oder gußeisernen Kugel, und hat eine Schwingungszeit die stets mehr als eine Sekunde beträgt. Neuere Uhren dieser Art erhalten häufig ein Compensationspendel und eine Schwingungszeit, die selten 1 ½ Sekunde überschreitet. Der gußeiserne Pendelkörper von kugelförmiger oder cylindrischer Gestalt, (mitunter ist derselbe aus zwei Cylinder-Segmenten zusammengesetzt) erhält ein hinreichendes Gewicht (30—80 Pfd.), und hängt an einer schmiedeisernen Pendelstange, welche am zweckmäßigsten mittelst einer hinreichend biegsamen Feder aufgehängt wird. Um die Pendellänge mit der nöthigen Schärfe reguliren zu können, muß das Pendel mit einer gut construirten Regulirungsschraube versehen sein.

Die Einrichtung des Gangwerkes der Thurmuhr, wie sie in Fig. 87 dargestellt ist, besteht in Folgendem.

Das Bodenrad C geht in 2 Stunden einmal herum, ist daher mit 8 von einander gleichweit abstehenden Stiften h versehen, welche dazu bestimmt sind, das Viertelschlagwerk auszulösen, daher am Ende einer jeden Viertelstunde einen Hebelarm in Bewegung zu setzen, welcher den das Schöpferrad hemmenden Winkelhebel aushebt, und zugleich mit der Warnungsvorrichtung in Verbindung steht. Bei der gewöhnlichen Einrichtung treibt dieses Rad zugleich das Zeigerwerk, und da dieses, wegen der meist bedeutenden Entfernung der Zifferblätter von dem Aufstellungsorte der Uhr, nicht auf dem Rädergestelle angebracht sein kann, so wird eine eigene Vorrichtung nothwendig, um die bewegende Kraft des Bodenrades auf das Zeigerwerk fortzupflanzen, von welcher sogleich gesprochen werden soll.

Das Bodenrad C greift in das Getriebe des Mittelrades B, und dieses in das Getriebe des Steigrades A. Nachdem für das

Bodenrad angegebenen Umlaufszeit besteht die Gleichung

$$\frac{C}{b} \cdot \frac{B}{a} 2A \cdot t = 2 \cdot 3600 \ldots\ldots (1;$$

wenn wie früher C, B und A die Anzahl Zähne dieser Räder b und a die Anzahl Zähne in den betreffenden Getrieben und t die Schwingungszeit des Pendels bedeuten. Sei $t = {}^3/_2{}''$ $a = 10$, $b = 12$, $A = 30$, so erhält man auch $C.B = 2.40.120$, wobei man also $C = 120$, $B = 80$ setzen kann. Das Steigrad geht in $2A \cdot {}^3/_2{}'' = 90''$ einmal herum, die Umlaufszeit von B ist achtmal größer, beträgt also 12 Minuten.

Die Bewegung des Zeigerwerkes wird in folgender Art bewerkstelliget. Der über die Vorderseite des Rädergestelles verlängerte Zapfen der Bodenradwelle trägt ein konisches Rad F Fig. 88 von doppelter Anzahl Zähne als jene des konischen Rades G, mit welchem ersteres Rad im Eingriffe steht. Mithin macht die Welle des letzteren Rades in einer Stunde einen Umgang. An dem andern Ende derselben steckt das konische Rad H, welches in die Räder K und L von gleicher Form und gleicher Zähnezahl eingreift, daher auch die Wellen dieser Räder in einer Stunde umlaufen. Bei älteren Uhren sind die Räder F, G, H, K und L Kammräder, die Wellen der Räder K und L stehen aber in der Mitte der einander entgegengesetzten Zifferblätter, mithin verhält sich die Sache nun eben so, als wenn der verlängerte Zapfen des Minutenrades über das Zifferblatt hinaustritt, durch welchen das gewöhnlich eingerichtete Viertel-, Wechsel- und Stundenrad seine Bewegung erhält. Soll das Uhrwerk die Zeiger von 4 Zifferblättern treiben, so muß die Welle der Räder G und H so gestellt werden, daß sich in ihr die Axen der einander gegenüber stehenden Zifferblätter schneiden.

Die Bewegung des Zeigerwerkes durch das Bodenrad des Gangwerkes ist für den genauen Gang der Uhr mit manchen Nachtheilen verknüpft. Die erheblichsten darunter sind, daß heftige Winde die Zeiger vor- oder rückwärts drücken, und dadurch auf den Gang der Uhr höchst störend einwirken, indem sie denselben zurückhalten oder beschleunigen. Man hat daher das Gangwerk von dieser nachtheiligen Rückwirkung der Zeiger dadurch unabhängig zu machen gesucht, daß man dieselben durch ein eigenes

Räderwerk, das Laufwerk genannt, in Bewegung setzen ließ. Dieses wird nämlich alle Minuten von dem Gangwerke ausgelöset, und führt den Minutenzeiger um eine Minute weiter, wobei dieser sich sprungweise bewegt.

Das Räderwerk des Laufwerkes erhält eine ähnliche Anordnung, wie das Gangwerk selbst. C ist das Bodenrad, dessen Welle ganz in derselben Art auf das Zeigerwerk wirkt, wie dieses vorher von der Welle des Bodenrades des Gangwerkes gezeigt wurde. Dieselbe muß daher in der Stunde um einen aliquoten Theil ihres Umfanges sich drehen. Dieses hängt natürlich von der Anzahl Zähne in den Rädern und Getrieben des Laufwerkes und davon ab, ob das Hemmungsrad A, welches mit dem Schöpferrade eines Schlagwerkes den gleichen Zweck hat, bei jeder Auslösung ein oder ein halbmal umläuft. In Fig. 89 hat nun das Bodenrad C 120, das Mittelrad B 90, und das Hemmungsrad A 60 Zähne.

Die Getriebe b, a und f erhalten der Ordnung nach 12, 10 und 6 Zähne, wobei f das Getriebe des Windfanges bezeichnet. Auf der Welle des Rades A sitzt eine Scheibe, welche mit zwei diametral entgegengesetzten Einschnitten $\alpha$ und $\beta$ versehen ist. In einen derselben $\alpha$ greift der einarmige Hebel ge ein, und hindert das Räderwerk, dem Zuge des an der Welle des Bodenrades wirkenden Gewichtes zu folgen. Wird aber dieser Hebel so weit gehoben, daß sein hakenförmiges Ende bei e aus dem Einschnitt $\alpha$ heraustritt, dann kann das Räderwerk soweit vorlaufen, bis der Einschnitt $\beta$ unter das Ende e gelangt, welches in Folge des Gewichtes des Hebels von selbst einfällt, und so das Räderwerk wieder sperrt. Da das Ausheben des genannten Hebels alle Minuten durch das Gangwerk der Uhr bewirkt wird, so geht das Rad A in 2 Minuten einmal um, wodurch bei der angegebenen Anzahl von Zähnen in den Rädern B und C und in den Getrieben a und b das Rad C in 3 Stunden einmal umläuft. Die Anzahl Zähne in den Rädern F, G, H, K und L Fig. 88 müssen nun so gewählt werden, daß K und L dreimal umläuft, wenn F einen Umgang macht. Es ist aber für diesen Fall

$$\frac{F}{G} \cdot \frac{H}{K} = 3;$$

Nimmt man F = 40, G = 20, H = 30 und K = 20, so ist

$$\frac{40}{20} \cdot \frac{30}{20} = 3;$$

wodurch der gestellten Bedingung entsprochen wird.

Die Auslösung des Hebels g e wird dadurch bewerkstelliget, daß man auf die Ebene des Mittelrades B Fig. 90 des Gangwerks so viel Stifte austheilt, als dasselbe Minuten zu seinem Umlaufe braucht. Nach der oben angegebenen Zahl der Zähne in den Rädern und Getrieben des Gangwerkes läuft das Rad B in 12 Minuten einmal um; es erhält daher 12 Stifte, wodurch es das Aussehen eines Schlagnägelrades gewinnt. Alle Minuten kommt einer der Stifte an den zweiarmigen Hebel p q r, und indem er das Ende r hebt, senkt sich das andere Ende p, wodurch der durch das Rad veranlaßte Zug sich mittelst eines Drahtes auf den Sperrhebel g e des Laufwerkes fortleiten läßt, welches daher in jeder beliebigen Entfernung von dem Gangwerke aufgestellt werden kann.

Da das Minutenstiftenrad B nur eine langsamere Bewegung hat, so könnte es geschehen, daß der Hebel g e vollständig ausgehoben, und das Laufrad A bereits um eine halbe Peripherie umgegangen wäre, ohne daß schon der betreffende Stift den Hebelsarm r ausgelassen hätte. Es muß zur Vermeidung dieses Uebelstandes, bei dem das Laufwerk den Minutenzeiger um mehr als eine Minute vorwärts bewegen würde, die Sorge getroffen werden, daß das Laufwerk nicht eher ganz frei werde als der Hebel p q r von dem Stifte des Rades B abgefallen ist. Dieses wird einfach dadurch erreicht, daß man mit dem Hebelarm g e einen zweiten in Verbindung bringt, welcher durch den Drahtzug gleichzeitig mit g e aufgehoben, den Windfang nicht eher vorbei läßt, als bis er mit dem Abfall des Hebels p q r ebenfalls niedergeht. Ist also g e so weit gehoben, daß das Sperrrad A frei wird, dann lauft der Windfang so weit vor, bis er an den bemerkten Hebel stößt, und in dieser Stellung das Laufwerk verhindert, sich weiter zu bewegen. Es steht somit dasselbe auf der Warnung, und wird erst dann vollkommen frei, wenn der Hebel p q r und mit ihm jener mit g e in Verbindung stehende Hebel abfällt, worauf das Rad A einen halben Umgang macht.

Die Hemmung des Laufwerkes durch den Windfang und

jenen Hebel ist natürlich nur dann möglich, wenn der Windfang sich an seiner Welle nicht rückwärts drehen kann. Daher ist mit seiner Welle ein Sperrrad S fest verbunden, in welches ein gefederter Sperrkegel eingreift, welcher auf dem Windfange befestiget wird und demselben nur eine Drehung in der Richtung seiner normalen Bewegung gestattet. Bei starkem Räderwerke, wo auch der Windfang eine entsprechende Größe haben muß, bringt man gewöhnlich zwei solche Sperrkegel an, welche dem Windfange gestatten, auch nach eingetretener Hemmung des Räderwerkes sich noch um seine Welle zu drehen, wobei die Sperrkegel über die schiefen Zähne des Sperrrades abfallen.

Um ein leichteres Zeigerwerk, wie ein solches z. B für ein Zifferblatt im Innern eines Gebäudes hinreicht, durch ein ziemlich weit entferntes Gangwerk in Bewegung zu setzen, bedarf es keines Laufwerkes. Man bringt an der Viertelradwelle w Fig. 91, und zwar an der rückwärtigen Fläche jener Platte M, welche dem Zeigerwerke als Träger dient, ein Sperrrad Z mit 60 Zähnen an. Dasselbe wird von dem Sperrkegel fg in sicherer Stellung erhalten. Auf derselben Platte befindet sich die Drehungsaxe des Winkelhebels bac, welcher in c die um eine Axe bei c drehbare Schubklaue cd trägt. Zieht nun der mit b verbundene, von dem Gangwerke der Uhr ausgehende Draht S den Hebelarm ba in die Höhe, so schiebt die Klaue cd, indem sie einen Zahn des Rades Z ergreift, dasselbe um einen gewissen Winkel vor, wobei natürlich der Sperrkegel g von den schiefen Zahnflächen etwas seitwärts gedrückt wird. Die Länge des Hebelarms ac läßt sich leicht so treffen, daß das Sperrrad bei jedem Zuge des Drahtes um einen Zahn vorgehe, daher auch, wenn die Uhr alle Minuten einmal den Draht anzieht, das Sperrrad Z und mit ihm das Viertelrad in der Stunde einmal herum kommt, welches letztere auf die bekannte Weise das Stundenrad zu bewegen hat.

Bei Thurmuhren neuester Construction hat man durch eine besondere Anordnung das Laufwerk zu entbehren, aber dennoch die Vortheile desselben zu erreichen gewußt, nebstbei aber noch eine fast constante Kraft des Steigrades erzielt, welche bei Uhren gewöhnlicher Einrichtung, selbst wenn sie mit einem Laufwerke

verbunden und der Kraftäußerung zur Bewegung des Räderwerkes überhoben sind, nicht leicht zu erreichen ist.

Diese Einrichtung, welche, so viel bekannt, von englischen und französischen Uhrmachern zuerst ausgeführt wurde, besteht dem Prinzipe nach darin, daß das Gangwerk mit Ausnahme des Steigrades gehemmt und nur alle Minuten (oder auch von halb zu halb Minute) ausgelöst wird, wobei dasselbe jedesmal dem Steigrade die zu seiner Bewegung durch die folgende Minute erforderliche Kraft ertheilt. Die dazu dienende Vorrichtung hat den Namen Gleichheits-Aufzug.

Der berühmte englische Uhrmacher Dent hat bei einer seiner Thurmuhren*) dieses Princip folgender Maßen zur Ausführung gebracht. In dem gußeisernen Rädergestelle G Fig. 92, welches durch schmiedeiserne Stangen h zusammengehalten wird, sind die drei gußeisernen Räder des Gangwerks C das Bodenrad, B das Mittel-, und A das Steigrad gelagert. Ihre Wellen mit Ausnahme jener von C sind mit gußeisernen Getrieben b und a versehen. Die Anzahl Zähne derselben sind vorläufig gleichgiltig. Die Hemmung ist die Stiftenhemmung. Das Rad B greift aber nicht nur in das Getriebe a des Steigrades A, sondern auch noch in jenes f ein, welches sich an der Welle eines Windfanges F befindet. An derselben ist ein zweiarmiger Hebel g f g′ angebracht, welcher sich mit einem seiner zapfenförmigen Enden g oder g′ an den über seine Lager verlängerten Zapfen a′ des Steigrades anlegen kann. Dieser hat zwei auf einander senkrechte Einschnitte, deren jeder in der vertikalen Stellung dem Zapfen g oder g′ den Durchgang gestattet. Bei der schiefen Stellung dieser Einschnitte wird der Zapfen g oder g′ an dem Zapfen a in Folge des Zuges des Räderwerkes angedrückt, ohne vorwärts zu können, wodurch die Hemmung desselben so lange gesichert ist, bis bei dem Umgange des Steigrades einer der Einschnitte des Zapfens a′ eine für den Durchgang von g oder g′ günstige Stellung annimmt. Diese dauert aber bei der fortwährenden Bewegung des Steigrades nur einen Moment. Da der Arm g f g′

*) Sie war im Jahre 1851 in der Londoner Weltindustrie-Ausstellung zu sehen und zeichnete sich durch einen vorzüglichen Gang aus.

zu seiner Umdrehung einige Zeit braucht, so findet g oder g′, wenn es sich an den Zapfen a neuerdings anlegt, die Stellung desselben bereits so verändert, daß ein abermaliger Durchgang durch einen der Einschnitte erst dann wieder möglich wird, wenn das Steigrad sich um ein Viertel seiner Peripherie gedreht hat. Man sieht also, daß das Räderwerk immer nur von $1/2$ zu $1/2$ Minute frei wird, und um so viel vorlaufen könne, als es der halbe Umgang des Windflügels F gestattet, wobei das durch das Bodenrad in Bewegung gesetzte Zeigerwerk um eine halbe Minute vorrückt. Es erübriget aber noch die Erklärung, auf welche Art sich das Steigrad drehen könne, wenn das Rad B stille steht, von dem oben bemerkt wurde, daß es in das Getriebe a des Steigrades eingreife, ferner woher dasselbe die bewegende Kraft erhalte.

Das Getriebe a ist mit der Steigradwelle nicht aus dem Ganzen gearbeitet, sondern cylindrisch durchbohrt, und über die eben so geformte Welle geschoben. Es steht mit einem Federhause m in Verbindung, in welchem sich eine Triebfeder befindet, die einerseits an der Welle, andererseits in dem Federhause auf die gewöhnliche Art befestiget ist. Wird das Rad B in Folge des Durchganges eines der Zapfen g oder g′ durch einen der Einschnitte des Zapfens a′ frei, so dreht es das auf der Welle a sitzende Getriebe in der Richtung des Pfeiles $\alpha$ um einen gewissen Winkel, und spannt somit die Triebfeder, deren äußeres Ende durch jenes Getriebe seinen Stützpunkt findet. Steht das Rad B still, so wickelt sich die Feder etwas auf, und bewegt das Steigrad in der Richtung des Pfeiles $\beta$, in welcher Verrichtung dieselbe auch nicht gehindert wird, wenn das Rad B neuerdings vorläuft, und die Feder um eben so viel spannt, als sich dieselbe durch die vorhergehende Bewegung des Steigrades abgespannt hat. Da die Triebfeder jedenfalls mehrere Umgänge besitzt, und immer wieder gespannt wird, wenn sich das Steigrad um den vierten Theil seiner Peripherie gedreht hat, so ist ersichtlich, daß ihre Triebkraft sehr nahezu constant sein muß. Aber auch in dem Fall, als die Triebkraft das Steigrad beim Auf- und Abwickeln der Feder merklich verändert würde, so könnte dieses bei dem Umstand, als die Veränderlichkeit dieser Kraft in eine, nur eine halbe Minute währende Periode eingeschlossen ist, auf den Gang

des schweren Pendels, welches auch ohne Einwirkung des Steigrades durch mehrere Stunden fortschwingen würde, keinen merklichen Einfluß nehmen. Es ist leicht bemerklich, daß die Anzahl Zähne im Getriebe f die Hälfte von jener in a betragen müsse, da f einen halben Umlauf macht, während a nur um den vierten Theil der Peripherie umläuft. Das Steigrad dreht sich in 2 Minuten einmal um. Hat dasselbe 40 Stifte, so ist das Pendel ein Anderthalbsekundenpendel. Erhält das Bodenrad C 120, das Staffelrad B 72 Zähne, hat ferner das Getriebe b 12, jenes f 8 Zähne, so hat man:

$$\frac{120}{12} \cdot \frac{72}{8} = 90$$

d. h., der Windfang F dreht sich 90 Mal um, während das Bodenrad C einen Umgang macht. Da aber F während einer Minute einmal umgeht, so kommt das Bodenrad in $1\frac{1}{2}$ Stunden einmal herum, macht also in 24 Stunden 16 Umgänge, welches zugleich die Anzahl der Umwindungen der Schnur an der Bodenradwalze ist, welche diese zulassen muß, wenn die Uhr mit einem Aufzuge 24 Stunden gehen soll.

An der Welle des Bodenrades ist ein Kegelrad angebracht, welches das Zeigerwerk beim Vorlaufen des Gangwerks in Bewegung setzt. Da das Zeigerwerk in seiner Einrichtung von der oben angegebenen nicht abweicht, so wäre die Erörterung seiner Anordnung eine nutzlose Wiederholung.

Eine andere Einrichtung der Hemmung des Gangwerkes und der Bewegung des Steigrades findet sich bei der schon oben erwähnten Thurmuhr von Robert in Manchester.

Sie besteht wesentlich in Folgendem. Das Gangwerk, welches aus den Rädern D, C, B, A dem Windfange F Fig. 93 und den zugehörigen Getrieben c, b, a und f besteht, ist nicht in unmittelbarer Verbindung mit dem Steigrade S, sondern ersteres kann nur in soferne auf letzteres wirken, als an der Welle des Steigrades und jener des Windfanges, deren Axen in einer vertikalen Ebene liegen, zwei Rollen R und r angebracht sind, über welche eine Kette ohne Ende k k läuft. Diese ist um die zwei beweglichen Rollen α und β geschlagen, von denen β mit einem Gewichte g versehen ist, welches die Umdrehung des Steigrades

bewirkt. Dasselbe könnte soweit sinken, bis die Rolle α gegen die Rolle r anstieße. Allein letztere dreht sich nach jedem Umgang des Steigrades S mit dem Windfange F einmal herum, wobei die Rolle α sinkt und jene β und mit ihr das Gewicht g um soviel steigt, als der Umfang der Rolle r beträgt. Dieses Heben des Gewichts g hat nach dem Prinzipe der beweglichen Rolle keine Aenderung seiner Wirkung auf die Rolle R zur Folge, daher es beständig mit seiner Hälfte auf die Umdrehung des Steigrades verwendet wird, wenn man von der Reibung an den Zapfen der Rollen α und β und dem Biegungswiderstande der Kette K absieht. Damit diese Kraft nicht durch die Veränderlichkeit der an der Seite des Gewichtes befindlichen Kette gestört werde, ist an den beiden Rollen α und β eine Ausgleichungskette l n l angebracht, welche mit dem ganzen Gewichte an der Rolle β wirkt, wenn diese eben aufgezogen wird, nach und nach aber an die Rolle α übergeht, wenn das Gewicht g sinkt, und daher an seine Seite ein größerer Theil der Kette k tritt. Die Ausgleichungskette l n l ist ganz so konstruirt wie die Kette k, hat daher auf die Längeneinheit mit letzterer ein gleiches Gewicht, und ist ebenfalls wie die Zeichnung zu erkennen gibt, doppelt aufgehangen, wodurch sie eben die Veränderlichkeit des Gewichtes der Kette K auf der Seite des Gewichtes g vollständig auszugleichen vermag.

Das periodische Aufziehen des Gewichtes g wird durch das Räderwerk dadurch bewirkt, daß das Steigrad nach jedem Umgange das durch den Windfang F gehemmte Räderwerk auslöset und damit zugleich ein Vorlaufen des Zeigerwerkes, welches von der Bodenradwelle seine Bewegung nach der gewöhnlichen Einrichtung erhält, um eine Minute verursacht. An der Welle des Windfanges sitzt der Hemmungshebel n q s, dessen längerer Arm q n sich an den Hebelarm t u des Winkelhebels t u v stützet. Der Arm q s des letzteren Hebels wird bei jedem Umgange des Hemmungsrades T, welches mit dem Steigrade auf einerlei Welle sitzt, mittelst des Stiftes s gehoben, wodurch auch q n aufwärts geht und den Hemmungshebel n q s frei läßt. Da die Hebung des Hebels t u v momentan geschieht, so ist sein Arm t u nach einmaliger Drehung des Hemmungshebels n q s schon

wieder in jene Stellung gelangt, in welcher er den Arm qn in seinem Bestreben sich weiter zu bewegen unterbricht, und somit das ganze Räderwerk hemmt. Die beiden Rollen R und r haben einerlei Durchmesser, daher wird das Gewicht g bei jeder Umdrehung der Windfangwelle um eben so viel gehoben, als es in Folge einer Umdrehung des Steigrades sinkt, daher auch sein Fallraum ungeändert derselbe bleibt.

Während eines Umganges des Bodenrades D macht der Windfang $\frac{D}{c} \cdot \frac{C}{b} \cdot \frac{B}{a} \cdot \frac{A}{f}$ Umgänge; wird D = 54, C = 72, B = 72, A = 60 und c = 18, b = 36, a = 12 und f = 12 genommen, so ist

$$\frac{D}{c} \cdot \frac{C}{b} \cdot \frac{B}{a} \cdot \frac{A}{f} = \frac{54}{18} \cdot \frac{72}{36} \cdot \frac{72}{12} \cdot \frac{60}{12} = 3 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 5 = 180,$$

es geht also das Bodenrad in drei Stunden einmal um, wornach die Anordnung der Räder des Zeigerwerkes getroffen werden muß.

Noch kann bemerkt werden, daß bei dieser Uhr zur Bewegung des Bodenrades mittelst eines Gewichtes kein Seil, sondern eine eiserne Gliederkette angewendet wird, welche über eine in der Bodenradwelle angebrachte fixe Rolle läuft und mittelst mehrerer solcher Rollen über die Bodenradwelle des Schlagwerkes geleitet wird, so daß sie eine Kette ohne Ende bildet, in welcher zur Bewegung beider Räderwerke nur ein einziges Gewicht hängt.

Ist dasselbe abgelaufen, so wird es nur durch Bewegung der Rolle an der Bodenradwelle des Schlagwerkes aufgezogen, welches, da es nur Stunden schlägt, hierdurch keinerlei Störung erleiden kann. Das Gangwerk wird aber ohne Unterbrechung von dem auf dasselbe fallenden Antheil des Gewichtes affizirt, und bedarf daher keiner besondern Vorrichtung, um während des Aufziehens nicht stehen zu bleiben. Die Hemmung dieser Uhr ist bereits früher §. 32 besprochen worden.

Etwas von der bisher beschriebenen abweichend ist die Hemm- und Auslösungs-Einrichtung bei französischen Thurmuhren neuester Construction. Anstatt einer Feder oder eines eigenen Gewichtes wirkt hier entweder das Gewicht eines Radklobens sammt dem des darin befindlichen mit dem Steigrade in unmittelbarem Eingriffe stehenden Mittelrades, welches beim Vorlaufen des Räder-

werkes der Uhr aus der vertikalen in eine seitwärtige Lage gebracht wird, und in Folge seines Gewichtes in die vertikale Lage zu gelangen strebt, wobei es das Steigrad umdreht; oder es ist auf der Welle des Mittelrades ein konischer Wechsel angebracht, bei welchem von den zwei mit dem Wechsel in Eingriff stehenden Rädern das eine auf der Welle des Mittelrades, das andere auf der Welle des Steigrades befestiget ist, während sich der Wechsel um zwei Axen drehen kann, deren eine in der Verlängerung der beiden genannten Wellen liegt, die andere auf dieser senkrecht steht. Beim Stillstand des Räderwerks (das Steigrad nicht mitbegriffen) steigt der schiefgestellte Wechsel in Folge seines Gewichtes über das konische Rad der Mittelradswelle herab, und dreht dabei das Steigrad; wird aber bei der Auslösung des Räderwerkes die Mittelradswelle gedreht, so erhebt sich der Wechsel in Folge des Widerstandes, den er in dem konischen Rade der Steigradswelle erfährt. Die Vorrichtung der Hemmung und Auslösung des Räderwerkes ist derjenigen ähnlich, welche bei der Uhr von Robert angewendet wurde.

Die Einrichtung der Schlagwerke bei Thurmuhren unterscheidet sich dem Prinzipe nach in Nichts von den Schlagwerken gemeiner Uhren, wie dieselben in §. 56 beschrieben wurden. Nur die Dimensionen der einzelnen Bestandtheile sind natürlich im Verhältnisse größer und meist in Uebereinstimmung mit der Größe des Gangwerkes selbst, welches bald im größeren, bald im kleineren Maßstabe ausgeführt ist. Bei Thurmuhren mittlerer Größe beträgt der Durchmesser des Bodenrades nicht viel mehr als 24 Zoll, wornach ein beiläufiger Schluß auf die Größe der übrigen Räder gemacht werden kann. Bei den meisten größeren Thurmuhren findet man ein Viertel- und Stundenschlagwerk. Jedes derselben hat drei Räder; das Bodenrad, welches zugleich die Schlagnägel trägt, das Schöpferrad, das Anlauf- oder Warnungsrad und der Windfang. Außer diesem ist noch die Schloßscheibe oder das Schloßrad zu bemerken, welche bei jedem der beiden Schlagwerke vorhanden sein muß. Besitzt die Uhr nur ein Stundenschlagwerk, so wird es alle Stunden von dem Gangwerke mittelst eines Stiftes ausgelöst, deren sich in dem Bodenrade eben so viele vorfinden, als dasselbe Stunden zu einem

vollen Umgange braucht. Ist aber auch ein Viertelwerk vorhanden, so wird dieses von dem Gangwerke alle Viertelstunden ausgelöst; am Ende der vierten Viertelstunde oder der ganzen Stunde erfolgt aber auch die Auslösung des Stundenschlagwerkes, welche von dem Viertelwerk in dem Momente veranlaßt wird, als dasselbe das vierte Viertel geschlagen hat. Der Windfang hat jene Einrichtung, welche bei dem Laufwerke aus einander gesetzt wurde, ist aber meist stärker gebaut, da er hier mehr Umläufe auf einmal zu machen hat. Er besitzt daher wenigstens zwei mitunter auch vier Sperrfedern.

Die Hämmer sind meist von der Uhr ziemlich weit entfernt, sie werden daher durch einen Drahtzug in Bewegung gesetzt, welcher mit einem Hebelarm der Hammerwelle verbunden ist. Bei dem Anschlage des schweren Hammers gelangt durch das Anzeichen des Drahtes die Hammerwelle wieder in jene Lage, in welcher sie mittelst ihres Arms von dem nächstfolgenden Schlagnagel in Bewegung gesetzt werden kann. Der Hammerstiel ist ein zweiarmiger Hebel, dessen Arm, welcher den Hammerkopf trägt, auf einer Feder liegt, die ihn augenblicklich etwas hebt, sobald der Schlag auf die Glocke oder Uhrschale erfolgt ist, wodurch der Hammer verhindert wird, mit der Glocke in Berührung zu bleiben und ihre Schwingungen zu stören.

Damit der Hammer einen zur Hervorbringung eines kräftigen Tones hinreichend starken Schlag auf der Glocke auszuüben vermöge, muß er bei einem bestimmten Gewichte, welches sich nach der Größe der Glocke richtet, eine bestimmte Hubhöhe haben. Nach Prof. Stampfer besteht zwischen dem Gewichte des Hammers seiner Hubhöhe und dem Gewichte der Glocke die Gleichung $p\sqrt{h} = 0{\cdot}0808\,(K + 60 \log K)$, wobei p und K das Gewicht des Hammers und der Glocke in Pfunden, und h die Hubhöhe des Hammers in Zollen bedeutet. Nach dieser Gleichung hat Prof. Stampfer folgende Tabelle berechnet, welche bei der Anordnung des Schlagwerkes für eine Thurmuhr gute Dienste leistet *).

---

*) Vergl. Jahrbücher des k. k. polyt. Institutes in Wien 20. Band pag. 120 u. ff.

| Der Glocken | | Hubhöhe des Hammers in Zoll. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gewicht | Durchmesser | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 |
| Pfund | Zoll | Gewicht des Hammers in Pfund. | | | | | |
| 20 | 10 | 4 | 3½ | 3 | 2½ | 2½ | 2 |
| 34 | 12 | 5 | 4 | 3½ | 3 | 3 | 2½ |
| 54 | 14 | 6 | 5 | 4½ | 4 | 3½ | 3 |
| 80 | 16 | 8 | 6½ | 5½ | 5 | 4½ | 4 |
| 114 | 18 | 9½ | 8 | 7 | 6 | 5½ | 5 |
| 156 | 20 | 11½ | 9½ | 8 | 7 | 6½ | 6 |
| 208 | 22 | 14 | 11½ | 10 | 9 | 8 | 7 |
| 270 | 24 | 17 | 14 | 12 | 11 | 10 | 8½ |
| 346 | 26 | 20 | 16 | 14 | 13 | 12 | 10 |
| 429 | 28 | 24 | 19 | 17 | 15 | 14 | 12 |
| 527 | 30 | 28 | 23 | 20 | 18 | 16 | 14 |
| 702 | 33 | 35 | 29 | 25 | 23 | 20 | 18 |
| 911 | 36 | 44 | 36 | 31 | 28 | 25 | 22 |
| 1158 | 39 | 54 | 44 | 38 | 35 | 31 | 27 |
| 1447 | 42 | 66 | 54 | 47 | 42 | 38 | 33 |
| 1780 | 45 | 80 | 65 | 56 | 51 | 46 | 40 |
| 2160 | 48 | 95 | 78 | 67 | 60 | 55 | 48 |
| 2591 | 51 | 113 | 92 | 79 | 71 | 65 | 57 |
| 3075 | 54 | 132 | 108 | 93 | 84 | 76 | 66 |
| 3617 | 57 | 154 | 126 | 108 | 98 | 89 | 77 |
| 4219 | 60 | 178 | 145 | 126 | 113 | 103 | 89 |
| 4883 | 63 | 205 | 167 | 145 | 130 | 119 | 103 |
| 5615 | 66 | 235 | 191 | 166 | 149 | 136 | 118 |
| 6416 | 69 | 268 | 218 | 189 | 169 | 155 | 135 |
| 7289 | 72 | 303 | 247 | 214 | 191 | 175 | 152 |
| 8239 | 75 | 341 | 278 | 241 | 215 | 197 | 171 |
| 9268 | 78 | 382 | 312 | 270 | 241 | 221 | 191 |
| 10380 | 81 | 426 | 349 | 301 | 269 | 247 | 213 |

Bei den meisten Thurmuhren sind die Bodenräder der sämmtlichen Räderwerke meist so eingerichtet, daß ein hölzerner concentrisch hohler Cylinder d Fig. 94 die Walze über die Radwelle c geschoben und mit dem Rade C durch das Sperrrad s s in Verbindung gebracht ist. Derselbe läßt sich sonach an der Radwelle wie eine Schnurscheibe drehen. An dem Sperrrade s selbst oder an der

Walze, wo diese von dem Sperrade s begränzt ist, wird das Seil befestiget, an welchem das Gewicht hängt. Um dieses auf die Walze aufzuwickeln, oder das Gewicht aufzuziehen, ist an derselben noch das Kegelrad e e befestiget, in welches das kleinere Kegelrad f eingreift, welches aber nur zum Behufe des Aufziehens in seine mit dem Rädergestelle verbundenen Lager eingelegt, und mit der Kurbel g h gedreht wird, wodurch es auch einem weniger starken Menschen möglich gemacht ist, das öfters mehrere Zentner wiegende Gewicht ohne besonderer Anstrengung aufzuziehen.

Während des Aufziehens des Gangwerkes hängt man in Ermangelung einer andern Vorrichtung ein entsprechendes Gewicht in das Mittelrad, um das Stehenbleiben des Uhrwerkes zu verhüten. Gewöhnlich müssen Thurmuhren alle 24 Stunden aufgezogen werden; nur selten findet man eine solche Einrichtung des Räderwerkes, daß das Aufziehen erst jeden zweiten Tag nothwendig wird.

Der richtige Gang einer Thurmuhr hängt nicht allein von einem gut ausgeführten Räderwerke, von einer zweckmäßigen Hemmung und dem gehörig berichtigten, mit einer Compensation versehenen Pendel ab, auch die Schmiere spielt hier eine wichtige Rolle, besonders zur Winterszeit, wo dieselbe bei eintretender niederer Temperatur völlig erstarrt und die sich reibenden Theile völlig trocken gehen läßt. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes, durch welchen bedeutende Fehler im täglichen Gange der Uhr entstehen müssen, besonders wenn sie im normalen Zustande einen großen Schwingungsbogen besitzt, hat man verschiedene Mittel in Vorschlag gebracht, ohne daß irgend eines zu einem vollkommen befriedigenden Resultate geführt hätte. Fein geschlemmter mit Fett angemachter Graphit, Schweinfett, besonders Knochenöl oder Spick sind bei tiefen Kältegraden jedenfalls dem Baumöle, welches gewöhnlich als Schmiermittel für Thurmuhren gebraucht wird, vorzuziehen. Meist ist auch der Mangel sachkundiger und sorgfältiger Pflege die Ursache, daß auch gut gebaute Thurmuhren einen wenig verläßlichen Gang zeigen, besonders wenn unterlassen wird, dieselben von Zeit zu Zeit durch

unmittelbare Beobachtung des Eintrittes des wahren Mittags und mit Zuhilfenahme der Zeitgleichung richtig zu stellen.

61. ε) Stock- (Tisch- oder Stutz-) Uhren. Sie unterscheiden sich von andern Pendeluhren darin, daß ihre Triebkraft von einer Feder herrührt, welche in einem Federhause eingeschlossen, entweder unmittelbar oder mittelst einer Kette auf das Räderwerk wirkt. Das Pendel ist meist nur kurz (5—10 Zoll) daher sich das ganze Uhrwerk an einen niedrigen Kasten unterbringen läßt, welchen man auf einen Tisch, Kasten oder einem ähnlichen Untersatze aufstellt. Mitunter sind derlei Uhren in Bilderrahmen gefaßt, oder mit der Rückseite eines Bildes in Verbindung gebracht, so daß auf dem Bilde zugleich das Zifferblatt der Uhr erscheint. Sie werden dann an einer Wand wie ein Bild aufgehängt. Man nennt sie gemeiniglich Bilderuhren. Ihre innere Einrichtung ist aber in Nichts von der einer Stockuhr verschieden.

Man kann die Stockuhren hinsichtlich ihrer Bauart im Allgemeinen in deutsche und französische eintheilen. Erstere unterscheiden sich wieder nach den Schlagwerken und der Hemmung, in Stockuhren älterer und neuerer Construction. Letztere führen oft den Namen Wiener Stockuhren. Hiernach wären drei Arten von Stockuhren zu bemerken, a) deutsche Stockuhren älterer Bauart, b) deutsche Stockuhren neuerer Einrichtung (Wiener Stockuhren), c) Stockuhren nach französischer Bauart.

a. Die ältere deutsche Stockuhr charakterisirt sich durch ihre Hemmung, welche durchweg die Spindelhemmung ist. Aeltere Uhren dieser Art haben für das Gangwerk (mitunter sogar auch für das Schlagwerk) ein freies Federhaus, welches beim Aufwinden der darin befindlichen Feder mittelst einer Gliederkette (bei gar alten Uhren auch mittelst einer Saite) auf das Bodenrad wirkt, auf welchem sich zur Ausgleichung der veränderlichen Federkraft eine Schnecke befindet, um deren Gänge sich die Kette beim Aufziehen der Uhr herumwickelt.

Deutsche Uhren älterer Bauart sind bloß mit einem Stundenschlagwerke versehen, welches dieselbe Einrichtung wie das Stundenschlagwerk einer gemeinen Wanduhr besitzt. Die Anordnung des Räderwerkes ist so getroffen, daß die Uhr mit einem

Aufzuge 24 Stunden geht. Fig. 95 zeigt das Gang- und Schlagwerk einer deutschen Stockuhr dieser Art, wenn der Großboden abgenommen gedacht wird. T ist die Trommel, in welcher die Triebfeder um die feststehende Federwelle t gewickelt wird. Das innere Federende ist entweder mittelst eines Oehrs in einem in der Federwelle sitzenden Haken, oder mit ihrem hakenförmig umgebogenen Ende in einem Einschnitt dieser Welle eingehängt, während das äußere Ende mittelst seines Oehrs an einem in der Trommelwand befindlichen Haken befestiget wird. Die Federwelle t erhält dadurch ihre feste Stellung, daß ihr im Kleinboden liegender Zapfen sich vierkantig endigt, und ein Sperrrad trägt, in dessen Zähne ein Sperrkegel eingreift, auf welchen eine Feder drückt. Auf der Welle e des Bodenrades E sitzt die Schnecke S, welche auf die Art wie eine Schnurrolle mittelst eines einfachen Sperrrades mit dem Bodenrade verbunden ist, und daher das Aufziehen der Kette k gestattet. Diese ist bis auf ein kurzes Stück um die Trommel T gewickelt, wenn die Uhr abgelaufen ist. Zieht man sie aber dadurch auf, daß man die Welle e mittelst eines um ihren vierkantigen Zapfen angesteckten Schlüssels in gehöriger Richtung dreht, so wickelt sich die Kette nach und nach auf die Gänge der Schnecke, und die Feder, welche sich hierbei um die feste Federwelle t windet, erhält eine größere und größere Spannung, in Folge welcher sie dann mittelst der Kette die Schnecke um ihre Axe zu drehen sucht. Um dem Zerreißen der Kette beim Aufziehen zu begegnen, ist die Stellung angebracht*), welche das weitere Drehen der Bodenradwelle verhindert, wenn die Kette die Windungen der Schnecke bedeckt hat. Der gänzlichen Abspannung der Feder beim Ablaufen der Kette ist dadurch eine Grenze gesetzt, daß das mit der Schnecke verbundene Ende der Kette sich zuletzt in die Richtung eines die Trommel tangirenden Durchmessers des Bodenrades stellt, wobei das statische Moment der Federkraft Null wird. Das Bodenrad E greift in das Getriebe d des Minutenrades D, dieses wieder in das Getriebe c des Mittelrades C, welches mit dem Getriebe b des Kronrades

*) Vergleiche Encyklopädie Band V., Seite 513 u. ff.

B im Eingriffe steht. Das Kronrad B greift endlich in das Getrieb a des vertikal stehenden Steigrades A ein, dessen Zähne abwechselnd auf die Lappen der Flügelwelle wirken, mit welcher die aus Messingdraht bestehende Pendelstange unmittelbar verbunden ist. Diese trägt den birnförmigen messingenen Pendelkörper P, welcher sich auf den mit Schraubengewinden versehenen Pendelstange auf- und niederschrauben läßt. Die Anzahl Zähne des Gangwerkes ist folgende:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. Das Bodenrad | E | hat | 48 Zähne, |
| 2. Das Minutenrad | D | " | 56 " |
| 3. Das Mittelrad | C | " | 52 " |
| 4. Das Kronrad | B | " | 30 " |
| 5. Das Steigrad | A | " | 13 " |
| Das Getriebe | d | " | 12 " |
| Das Getriebe | c | " | 6 " |
| Das Getriebe | b | " | 6 " |
| Das Getriebe | a | " | 6 " |

Man findet sonach die Schwingungszeit des Pendels $t = 0''{,}34234\ldots$, seine Länge $l = 0'{,}36838$.

Während eines Umganges des Bodenrades geht das Minutenrad 4 Mal um; die Schnecke muß daher etwas mehr als 6 Umgänge haben, damit die Uhr mit einem Aufzuge 24 Stunden gehe. In der Wirklichkeit findet man an der Schnecke dieser Uhr 7 Umgänge. Das Zeigerwerk hat ganz die gewöhnliche Einrichtung, bedarf also keiner weiteren Erörterung.

Auch das Schlagwerk bietet außerdem, daß die Triebfeder hier sogleich auf die Welle des Bodenrades wirkt, und somit dieselbe bald mit größerer und bald mit geringerer Kraft umtreibt, nichts Bemerkenswerthes dar. Allein die Ungleichförmigkeit der Triebkraft hat beim Schlagwerke wenig zu bedeuten, und wird nicht einmal durch schnelleres oder langsameres Schlagen bemerklich, wenn der Windfang hinreichend groß ist. Um nur noch ersichtlich zu machen, wie lange das Schlagwerk mit einem Aufzuge aushält, wobei die Anzahl Umdrehungen der Federwelle ebenfalls durch die Stellung begränzt wird, ist die Anzahl der Zähne in Rädern und Getrieben hier angesetzt.

1. Das Bodenrad hat . . . . . 48 Zähne,
2. Das Schlagrad hat . . . . . 60 "

| | | |
|---|---|---|
| 3. Das Schöpferrad hat . . . . . . | 48 | Zähne. |
| 4. Das Anlaufrad hat . . . . . . | 48 | " |
| Das Getriebe des Schlagrades hat | 6 | " |
| Das Getriebe des Schöpferrades hat | 6 | " |
| Das Getriebe des Anlaufrades hat | 6 | " |
| Das Getriebe des Windfanges hat | 6 | " |

Das Schlagrad hat 10 Schlagnägel; das in das Schloßrad eingreifende auf der Welle des Schlagrades sitzende Getriebe hat 10 Zähne.

Damit das Schlagrad die auf 24 Stunden entfallende Anzahl von Schlägen (156) mache, muß es 156 Mal umgehen. Da es bei einem Umgange des Bodenrades 8 Mal umläuft, so würden 2 Umgänge des Bodenrades für die Dauer von 24 Stunden genügen, die Feder beim Aufzuge sonach nur um 2 Gänge gedreht werden dürfen, wobei sich ihre Spannkraft bei hinreichender Länge nicht bedeutend verändert.

Ist eine solche Uhr auch mit einem Viertelwerke versehen, so hat dieses ebenfalls jene Einrichtung, welche bei den gemeinen Wanduhren angegeben wurde.

Neuere Uhren dieser Art entbehren der Schnecke und des freien Federhauses beim Gangwerke, so daß die Feder unmittelbar auf die Welle des Bodenrades wirkt, wie dieses bei dem Bodenrade des eben beschriebenen Schlagwerkes angedeutet wurde; die Schlagwerke derselben sind aber meistens sogenannte Repetirwerke, und stimmen in ihrer Einrichtung mit jener der modernen deutschen oder Wiener Stockuhren überein. Solche deutsche Stockuhren unterscheiden sich von den letztgenannten Uhren nur noch durch die Spindelhemmung, wenn man von der Form des Uhrkastens absieht, der bei den deutschen Uhren meist ein anderes Aussehen hat als bei der Wiener Stockuhr.

b. Die deutsche Stockuhr neuerer Bauart oder die W i e n e r S t o c k u h r hat ein Gang- und zwei oder auch nur ein Repetirschlagwerk. In letzterer Beziehung unterscheidet man sie in Stunden- und Vierteluhren. Sie gehen in der Regel mit einem Aufzuge durch 24 Stunden, nur selten findet man die gleichen Uhren, welche mit einem Aufzuge durch 8 Tage aushalten.

Die Hemmung bei allen diesen Stockuhren ist die rückfallende Ankerhemmung wie sie §. 29 angegeben wurde.

Die Repetirwerke, wenn nämlich die Uhr mit einem Stunden- und Viertelwerke versehen ist, unterscheiden sich weder in dem Vorgelege noch in der Anordnung der Räder von jenen Schlagwerken, wie sie bei Pendeluhren im engeren Sinne (§. 57) vorkommen.

Es dürfte sonach als hinreichend erkannt werden, wenn hier nur einfach der Riß einer modernen Stockuhr angegeben wird, aus welchem sowohl die Anordnung der Räder des Gang-, als auch jene der Schlagwerke entnommen werden kann.

Fig. 96 zeigt in der Mitte die Räder des Gangwerkes; rechts das Viertel-, links das Stundenschlagwerk, wie dieselben nach Abhebung der Großbodenplatte sichtbar werden.

Im Gangwerke hat:

| | |
|---|---|
| 1) das Bodenrad . . . . . | 72 Zähne |
| 2) das Minutenrad . . . . . . | 70 „ |
| 3) das Mittelrad . . . . . . | 64 „ |
| Das Steigrad . . . . . . . | 30 „ |
| Das Getriebe des Minutenrades . | 8 „ |
| Das Getriebe des Staffelrades . | 6 „ |
| Das Getriebe des Steigrades . | 6 „ |

Während eines Umganges des Bodenrades geht das Minutenrad neunmal um; mithin geht die Uhr mit einem Aufzuge von 3 Federwindungen durch 27 Stunden. Die Stellung erlaubt aber die Federwelle viermal umzudrehen, wornach die Uhr bis zum völligen Ablauf durch 36 Stunden im Gange anhält. Für die Schwingungszeit des Pendels findet man einfach nach Gleichung 1 §. 4 $t = 0''.4821$; die Pendellänge beträgt nahezu $8'''.7$. Um dieselbe zu reguliren, läßt sich das cylindrische Stäbchen, um welches die Enden des seidenen Schnürchens geschlagen sind, das zur Aufhängung des Pendels dient (§. 2), vom Zifferblatt aus drehen, und dadurch die Schlinge, in welcher das Pendel hängt, länger oder kürzer machen.

Im Viertelwerke hat:

| | |
|---|---|
| 1) das Bodenrad . . . . . | 72 Zähne |
| 2) das Schlagrad . . . . . . | 60 „ |

3) das Schöpferrad . . . . . 60 Zähne.
4) das Anlaufrad . . . . . 54 „
das Getriebe des Schlagrades . 8 „
das Getriebe des Schöpferrades . 6 „
das Getriebe des Anlaufrades . 6 „
das Getriebe des Windfanges . 6 „

Das Schlagrad trägt 10 Schlagnägel.

Bei einem Umgange des Bodenrades kommt das Schlagrad neunmal herum, wobei letzteres die für 9 Stunden erforderliche Anzahl Schläge verursacht. Mithin macht dieses Bodenrad in einer bestimmten Zeit eben so viele Umgänge als jenes des Gangwerkes, und ist daher in seiner Anordnung rücksichtlich der Länge und Spannung der Feder so wie der Stellung von jenem nicht verschieden.

Im Stundenschlagwerke hat:

1) das Bodenrad . . . . . . 80 Zähne
2) das Schlagrad . . . . . 72 „
3) das Schöpferrad . . . . . . 60 „
4) das Anlaufrad . . . . . 62 „
das Getriebe des Schlagrades . 8 „
das Getriebe des Schöpferrades 8 „
das Getriebe des Anlaufrades . 6 „
das Getriebe des Windfanges 6 „

Das Schlagrad hat 18 Schlagnägel.

Während das Bodenrad einen Umgang macht, lauft das Schlagrad 10mal um und verursacht 180 Schläge, welche den 3·47st. Theil der in 24 Stunden zu machenden Schläge betragen. Kann also das Bodenrad vier volle Umgänge machen, so hält es mit einem Aufzuge durch mehr als 24 Stunden aus. Nach der Stellung kann man aber die Triebfeder um fünf volle Windungen umdrehen, wobei ihre Kraft für nahezu 31 Stunden ausreicht, wenn man die Uhr nicht öfters absichtlich auslöset. Die Hämmer dieser Uhren schlagen so wie jene der neuern Pendeluhren im engern Sinne auf sogenannte Klangfedern, welche spiralförmig gewunden und mit ihrem einen Ende an ein messingenes Postament geschraubt sind. Die Stelle, an welcher der Hammer die Feder trifft, ist nahe an ihrem Befestigungsorte. Fig. 97

zeigt eine derartige Feder sammt dem darauf wirkenden Hammer. Manche dieser Stockuhren, so wie einige sogenannte Bilderuhren sind mit Spielwerken versehen, welche, wenn sie nicht gesperrt oder verdorben sind, von der Uhr alle Stunden ausgelöst werden, um ein Musikstück zu spielen, welches durch den Umlauf einer mit Hebstiften versehenen Walze zu Stande gebracht wird, die auf Klangfedern wirken.

Stockuhren, welche bloß mit einem Stundenschlagwerk versehen sind, unterscheiden sich im Gangwerke nicht von der eben angegebenen Einrichtung einer Vierteluhr. Nur das Schlagwerk, welches ebenfalls die Stunde repetirt, wenn es absichtlich ausgelöst wird, hat die bemerkenswerthe Beschaffenheit, daß es einen Schlag macht, wenn der Minutenzeiger die halbe Stunde angibt. Diese besondere Function des Schlagwerkes, welcher aber kein Werth beizulegen ist, wird durch eine kleine Abänderung des gewöhnlichen Stundenschlagwerkes erreicht. Die Auslösung ist nämlich so eingerichtet, wie bei den Schlagwerken ohne Repetition, wornach also das Viertelrad mit 2 um 180° von einander abstehenden Hebelstiften auf einen einarmigen Hebel wirkt, und durch denselben den Stundenrechen von halb zu halb Stunde auslöst. In Fig. 98 ist die Einrichtung eines solchen Schlagwerkes dargestellt.

Das Räderwerk kommt dabei in keine nähere Betrachtung, da es auf ähnliche Weise angeordnet ist, wie bei dem Stundenschlagwerke einer Vierteluhr. Nur die Anzahl der Schlagnägel im Schlagrad ist gewöhnlich geringer, indem eine Stundenuhr ohne absichtlicher Auslösung mit Inbegriff der Schläge der halben Stunde binnen 24 Stunden nur 204 Schläge zu machen braucht, während bei einer Vierteluhr die Anzahl derselben 624 beträgt. Man gibt dem Schlagrade nicht mehr als 10 Schlagnägel; daher muß das Bodenrad bei 64 Zähnen, wenn das Getriebe des erstern Rades 8 Zähne hat, drei volle Umgänge machen, damit das Schlagwerk die für dreißig Stunden entfallenden Schläge hervorbringe. Die Stellung gestattet daher gewöhnlich drei volle Umdrehungen der Federwelle.

Das Vorgelege besteht aus dem Rechen a b c, dessen Drehungsaxe in a sich befindet, und der Einfallklinke g h mit der Drehungs-

axe in g, deren Haken i, welcher bei der Sperrung des Schlagwerks in einem Zahnschnitte des Rechens liegt, aus dem Staffelrade T und dem darunter befindlichen Sterne, welches den Rechen am Ende einer jeden Stunde um die den Einheiten derselben entsprechende Anzahl Zähne zurückfallen läßt, wobei der Arm f des Rechens sich an eine bestimmte Staffel anlegt, indem die auf den zahnförmigen Theil des Rechens wirkende Feder denselben bei jeder Aushebung der Einfallklinke gegen das Staffelrad treibt, und das Viertelrad den Stern alle Stunden um einen Zahn weiter bewegt, aus dem einfachen Schöpfer es mit dem zahnförmigen kurzen Ende bei s, und endlich aus dem Hebel h l, welcher alle halbe Stunden von dem Wechselrade W gehoben wird, und dabei die Einfallklinke auslöset. Der Stift s des Wechselrades, welcher auf den Hebel h l in der Hälfte einer jeden Stunde wirkt, hebt denselben nur so hoch, daß die Einfallklinke aus dem ersten Zahnschnitte tritt, welcher seichter als alle übrigen ist, den folgenden Zahn aber nicht mehr vorüber läßt, wobei also der Rechen, ohne mit seinem Arm an das Staffelrad ankommen zu müssen, nur um einen Zahn zurücktreten, das Schlagwerk also auch nur einen Schlag machen kann. Weil aber die Auslösung der Einfallklinke erfolgen kann, ohne daß gleichzeitig der Hebel h l von dem Hebestift abfällt, so ist mit letzterem eine kleine Platte bei m in Verbindung, welche durch den Großboden in das Räderwerk hineinreicht, und etwas gehoben sich vor den Stift des Anlaufrades legt, welcher erst dann frei wird, und dem Räderwerke gestattet sich zu bewegen, wenn der Hebel h l von dem Hebestift s abfällt. Der zweite Hebestift des Wechselrades hebt aber den Hebel h l nach und nach so hoch, daß die Einfallklinke g h vollkommen ausgelöst wird, der Arm f also an das Staffelrad T anfällt, und nach dem Freiwerden des Anlaufrades die Stundenschläge erfolgen. Diese können auch willkürlich veranlaßt werden, wenn man die Schnur anzieht, welche mit dem Hebel k l durch den Arm k v verbunden ist, und daher die Auslösung der Einfallklinke zu bewirken vermag, wodurch das Schlagwerk in Thätigkeit gesetzt wird.

c. Die französischen Stockuhren, weit und breit durch die schöne Form ihrer meist mit einem Glassturze gedeckten Uhrkästen

beliebt, unterscheiden sich von der Wiener Stockuhr vorzüglich dadurch, daß sie mit einem Aufzuge meist 8 Tage gehen, und nur ein Schlagwerk besitzen, welches ohne zu repetiren die Stunden schlägt, aber auch in der Mitte einer jeden Stunde einen Schlag hervorbringt. Die Hemmung ist wie bei der Wiener Stockuhr die rückfallende, mitunter auch die ruhende Ankerhemmung (§. 30). Da das Gangwerk weiter keine besondere Einrichtungen bietet, außer daß ein übersetztes Rad angewendet wird, so ist nur bei dem Schlagwerk noch dasjenige zu bemerken, wodurch die Halbstundenschläge zu Stande gebracht werden. Dieses beruht auf einer besondern Anordnung des Räderwerkes, insbesondere des Schloßrades.

Da die Uhr binnen 12 Stunden 78 + 12 Schläge machen muß, so erhält (nach der Gleichung $\frac{S}{v}$ n = 90) das Schloßrad 90 Zähne, und das in dasselbe greifende Getriebe auf der Welle des Schlagrades eben so viele Zähne als dieses Rad Schlagnägel hat. Sind nun deren 10 wie gewöhnlich, dann erhält auch jenes Getrieb 10 Zähne. Das Schöpferrad B muß während des zehnten Theiles eines Umganges des Schlagrades einen vollen Umlauf machen. Hat nun letzteres 70 Zähne, so muß das Getriebe b deren 7 erhalten. Dieselbe Anzahl Zähne haben auch die Getriebe der folgenden Räder und des Windfanges.

Der Ring des Schloßrades ist auf eine ähnliche Weise wie bei dem Schlagwerke der gemeinen Wanduhr mit eilf Einschnitten versehen, in deren einem bei gehemmten Schlagwerken der Hebel Nn eingreift. Die Austheilung dieser Einschnitte geschieht in der Art, daß der Umfang des ganzen Ringes in neunzig gleiche Theile eingetheilt wird, so daß für jeden Schlag ein solcher Theil entfällt. Denkt man sich einen solchen Theil herausgeschnitten, und in die dadurch entstandene Oeffnung das hakenförmige Ende des Hebels Nn eingelegt; so muß, damit die Stunde 1 geschlagen werde, auch der nächste Theil in der Richtung der normalen Bewegung des Schloßrades weggenommen sein. Damit die Uhr zwischen der ersten und zweiten Stunde (um $1^h\ 30^m$) wieder einen Schlag mache, erstreckt

sich jener Ausschnitt noch über einen solchen Ringtheil des Rades. Für die Stunde 2 bleibt ein Theil stehen, der folgende aber ist ausgeschnitten. Eben so wird auch der für die Stunde 2 entfallende Einschnitt über zwei Ringtheile ausgedehnt, wodurch das Schlagwerk, wenn es um 2½ Uhr ausgelöst wird, wieder nur einen Schlag macht u. s. w.

Man sieht also leicht, daß die Anordnung dieses Schloßrades von der gemeinen sich dadurch unterscheidet, daß der Umfang seines Ringes in neunzig gleiche Theile getheilt wird und jeder Einschnitt sich über zwei solche Theile erstreckt. Bei der Anzahl Zähne des übersetzten Rades und des Schlagradgetriebes geht dieses neunmal um, während ersteres einen Umgang macht. Dieses ist aber auch das Verhältniß der Umgänge des Schlagrades zu jenen des Schloßrades. Es kann somit das Schloßrad ohne Weiteres auf die Welle des übersetzten Rades angesteckt, und so ein Getrieb und die Verzähnung des Schloßrades erspart werden. Das Vorgelege ist ganz so wie bei gemeinen Schlagwerken (§. 56) eingerichtet, bedarf also hier keiner weitern Erklärung.

## Tragbare Uhren.

62. Zu den tragbaren Uhren können alle diejenigen gerechnet werden, deren Regulator eine Unruhe ist und deren Räderwerk von einer Triebfeder in Bewegung gesetzt wird. Hierher rechnet man, wie schon oben bemerkt wurde, a) die gewöhnlichen Taschenuhren, b) die Taschen- und Schiffschronometer, c) die sogenannten Reiseuhren.

a) Taschenuhren. Man benennt sie gewöhnlich nach der bei derselben angewandten Hemmung, unterscheidet sonach Spindel-, Cylinder-, Anker- oder Doppeltsteigrad-Uhren ꝛc., je nachdem die Hemmung eine Spindel-, Cylinder-, Anker- oder Doppel-Steigradhemmung ist. Hat die Uhr noch ein Schlagwerk, welches die letzt vergangene Stunde und die darüber verflossene Viertelstunde durch die gehörige Anzahl von Schlägen angibt, so heißt die Uhr überdieß eine Repetiruhr. Man nennt sie insbesondere noch eine Sekundenuhr, wenn neben dem Stunden- und Viertelzeiger ein Sekundenzeiger angebracht ist, der dann entweder nur in der Minute seinen Kreis durchläuft, ohne auf einen

bestimmten Theilstrich desselben einzustehn (schleichender Sekundenzeiger), oder wie bei einer Sekundenpendeluhr mit ruhender Hemmung von Theilstrich zu Theilstrich überspringt (todte Sekunden).

Die Taschenuhren, mit Ausnahme der Repetir- und Sekundenuhren mit todten Sekunden, stimmen rücksichtlich der Einrichtung des Rädersatzes, d. i. in der Anzahl der zum Gangwerke verwendeten Räder fast durchgehends überein. Die Spindeluhren sind mit einer Schnecke versehen, während dieselbe bei der Cylinder- und Ankeruhr (wenigstens neuerer Construction) fehlt, und nur mitunter bei der Doppelsteigraduhr angewendet ist. Bei einer jeden dieser Uhren kann man folgende Räder unterscheiden: $\alpha$) das Boden- (oder Schnecken-) Rad, $\beta$) das Minutenrad, $\gamma$) das Mittel- oder Kleinbodenrad, $\delta$) das Secunden- (Kronrad), $\varepsilon$) das Steigrad.

Die Anordnung des Räderwerkes einer Spindeluhr ist aus der Fig. 99 zu ersehen, wobei sich dasselbe so zeigt, wie es nach Abhebung des Kleinbodens erscheint.

P stellt den Groß-, Q den Kleinboden pppp den Querschnitt der Pfeiler vor. F ist das Federhaus, welches sich um die feststehende Federwelle f nach beiden Seiten drehen kann. E bezeichnet das Boden- oder Schneckenrad. Auf seiner Welle e sitzt die Schnecke S, welche durch ein einfaches Gesperre mit dem Rade dergestalt verbunden ist, daß sie sich ohne das Rad mitzunehmen in der Richtung des Pfeiles drehen kann, wie dieses beim Aufziehen der Uhr nothwendig ist, wobei der Uhrschlüssel an den vierkantigen Zapfen der Welle l angesteckt wird, welcher entweder über das Zifferblatt oder auch über den Kleinboden hinausgeführt ist. Damit beim Aufziehen der Uhr die Kette nicht abgerissen werde, ist die gemeine Stellung t vorhanden, welche sich in Folge der Wirkung der Kette vor die Schnauze der Schnecke legt, wenn die Kette den letzten Umgang derselben angenommen hat.

Zur Uebertragung der Federkraft von der Trommel F auf die Schnecke oder das Bodenrad, dient die Gliederkette g, welche sich beim Aufzuge um die Gänge der Schnecke legt, beim Ablaufen der Uhr aber nach und nach auf die Trommel übergeht.

Das Bodenrad greift in das Getriebe des Minutenrads D, welches die Mitte des Großbodens einnimmt, daher auch sein bis auf das Zifferblatt hinaus verlängerter Zapfen in der Mitte desselben zu stehen kommt. Das Minutenrad führt das Getriebe des Mittel- oder Kleinbodenrades C, welches wieder in das Getriebe des Kronrades B eingreift. Das Kronrad wirkt auf das Getriebe des Steigrades A, dessen Welle parallel zu der Kleinbodenplatte liegt, und deren Zapfen einestheils in dem Unruhkloben K, anderntheils in dem Kloben L gelagert sind. Zur richtigen Stellung der Steigradwelle gegen die Flügelwelle der Unruhe dient die sogenannte Zunge, welche sich an dem Unruhkloben K etwas verschieben und durch die Schraube v feststellen läßt.

Die Anzahl der Zähne in den Rädern und Getrieben ist folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Das Bodenrad hat . . . . . . | 60 | Zähne |
| das Minutenrad hat . . . . . | 60 | „ |
| das Kleinbodenrad hat . . . . | 48 | „ |
| das Kronrad hat . . . . . . . | 48 | „ |
| das Steigrad hat . . . . . . | 15 | „ |
| das Getriebe des Minutenrades hat | 6 | „ |
| das Getriebe des Kleinbodenrades hat | 6 | „ |
| das Getriebe des Kronrades hat . | 6 | „ |
| das Getriebe des Steigrades . . | 6 | „ |

Daraus ergibt sich die Schwingungszeit der Unruhe

$$t = \frac{3600 . 6 . 6 . 6}{60 . 48 . 48 . 30} = \frac{3''}{16}$$

wobei sie in der Stunde 19200 Schwingungen macht. Das Bodenrad kommt in 6 Stunden einmal herum, die Schnecke muß also 6 Gänge haben, wenn die Uhr mit einem Aufzuge, wie dieses gewöhnlich ist, 36 Stunden gehen soll.

Das Zeigerwerk hat die ganz gewöhnliche Einrichtung. Von dem Zifferblatte, den Zeigern und den sogenannten aus Tomback, Silber oder Gold hergestellten Uhrgehäuse dürfte als von ganz bekannten Dingen nichts zu bemerken sein.

Bei den Cylinderuhren neuerer Construction ist die Kleinbodenplatte durch Brücken oder Stege ersetzt, welche auf den Großboden aufgeschraubt und mit Löchern zur Aufnahme der

betreffenden Zapfen der Radwellen versehen sind. Fig. 100 zeigt die Räder dieser Uhr wie sie auf der entgegengesetzten Seite des Zifferblattes erscheinen. E ist das Bodenrad, welches mit dem Federhause aus dem Ganzen gearbeitet ist, weßhalb es auch das verzahnte Federhaus genannt wird. Unter der kleinen Platte m, die auf dem Steg k aufgeschraubt ist, befindet sich das Sperrrad des Bodenrades, in welches die Sperrfeder s mit einem zahnförmigen Vorsprunge eingreift und die Federwelle verhindert zurück zu gehen, wenn die Feder durch Aufziehen gesperrt worden ist. Da der zweite Stützpunkt der Feder in der Peripherie der Trommel liegt, welche sich mit dem Rade zugleich an das Getriebe des Minutenrades D legt, so wirkt das Bodenrad so lange auf dieses Getriebe, als die Feder eine Spannung besitzt, und auch dann, wenn durch Drehung der Federwelle (beim Aufziehen) die Spannung erneuert wird. Somit erhält die Triebfeder das Räderwerk auch während des Aufzuges in Bewegung. Um eine gänzliche Abspannung der Feder beim Ablaufen der Uhr zu vermeiden, und auch eine Ueberspannung der Feder beim Aufziehen zu verhüten, ist an der Welle des Bodenrades noch eine Stellung angebracht, welche gewöhnlich die Einrichtung des sogenannten Maltheser-Kreuzes hat. Das Minutenrad D greift in das Getrieb des Kleinbodenrades C, dieses treibt das Getriebe des Sekundenrades B, welches endlich das Getrieb des Steigrades A führt. Die sonst im Kleinboden gelagerten Zapfen dieser Räder finden in den Kloben L, M, N und P ihre Lager, welche, so wie die gegenüberstehenden Zapfenlöcher mit Ausnahme jener der Minutenradwelle mit harten Steinen gefüttert werden. Eben so haben die Lager der Zapfen der Unruhwelle steinerne Lager und Deckplatten. Auf dem Kloben der Unruhe bemerkt man den Rücker, dessen Einrichtung schon oben, §. 21, näher angegeben wurde. Die Löcher für die gegen den Großboden gekehrten Zapfen der Räder C, B und A sind zur Gewinnung einer größern Wellenlänge nicht in dem Großboden, sondern in einer auf denselben von der Zifferblattseite aufgeschraubten Brücke P angebracht. Auch der gegen diese Seite gekehrte Zapfen der Unruhwelle läuft in einer derartigen Brücke Q, Wagen genannt, auf welcher zugleich die Brücke O aufgeschraubt ist, und welcher eine kleine

Drehung um die Schraube x erlaubt. Dadurch läßt sich die Stellung des Cylinders gegen das Steigrad reguliren. Die Schraube y dient, um den Wagen in der richtigen Lage festzustellen.

Die Welle des Minutenrades ist nicht länger als die der übrigen Räder. Ihr im Großboden laufender Zapfen endiget sich in dessen äußerer Fläche. Diese Welle ist aber durchbohrt, um einen Zapfen aufzunehmen, welcher einerseits über das Zifferblatt, andererseits bis über die Brücke L hinausreicht und hier einen vierkantigen Ansatz erhält, mit welchem sich mit Hilfe des Uhrschlüssels der Minutenzeiger drehen läßt, der auf dem über jenen Zapfen geschobenen Viertelrade steckt; die übrigen Räder des Zeigerwerkes unterscheiden sich nicht von jenen der Spindeluhr. Mitunter findet man den Zapfen des Sekundenrades über das Zifferblatt hinaus verlängert, welcher den Sekundenzeiger trägt, der eine schleichende Bewegung hat. Die Anordnung der Zähne in dem Gangwerke muß dann aber so getroffen sein, daß das Sekundenrad in der Minute ein Mal herum kommt. Folgende Anzahl in Rädern und Getrieben entspricht dieser Anforderung.

| | | |
|---|---|---|
| Das Bodenrad hat . . . . . | 60 | Zähne, |
| Das Minutenrad hat . . . . . . | 60 | " |
| Das Kleinbodenrad hat . . . . . . | 48 | " |
| Das Sekundenrad hat . . . . . . | 48 | " |
| Das Steigrad hat . . . . . . | 15 | " |
| Das Getriebe des Minutenrades hat | 10 | " |
| Das Getriebe des Kleinbodenrades hat | 8 | " |
| Das Getriebe des Sekundenrades hat | 6 | " |
| Das Getriebe des Steigrades hat | 6 | " |

Es ist nämlich die Anzahl Umgänge des Sekundenrades bei einem Umgang des Minutenrades $\frac{60}{8} \cdot \frac{48}{6} = 60$ oder in der Minute ein Umgang. Die Unruhe macht in der Stunde $60 \cdot \frac{48}{6} \times 30 = 14400$ oder in der Sekunde vier Schwingungen. Hätte das Sekundenrad 60, so ginge das Steigrad in der Minute 10 Mal um, und die Unruhe würde in der Sekunde fünf Schwingungen machen. Die Unruhe der Cylinderuhr ist öfters mit einem Compensator versehen.

Die Taschenuhren mit der Anker- oder doppelten Steigradhemmung haben bezüglich des Räderwerkes einen ganz gleichen Bau mit der Cylinderuhr, und weichen nur in der Anordnung der Hemmung ab. Die Unruhe hat entweder den Compensator oder die eigentliche Unruhecompensation nach neuerer Einrichtung. Meist findet man bei der Ankeruhr den Sekundenzeiger mit schleichenden Sekunden.

Die ältere Vorrichtung, um den Sekundenzeiger von Sekunde zu Secunde in Bewegung zu setzen, wurde als höchst unvollkommen und zugleich störend für den Gang der Uhr erkannt. Um eine mehr regelmäßige und sichere Bewegung des Sekundenzeigers zu erlangen, hat man neben dem Gangwerke ein eigenes das sogenannte kleine Räderwerk zur Bewegung des Sekundenzeigers angebracht. Fig. 101 zeigt die Anordnung desselben neben den Rädern des Gangwerkes. Letzteres ist so eingerichtet, daß die Unruhe fünf Schwingungen in der Sekunde macht. Da das Steigrad 15, und sein Getriebe 6 Zähne hat, so geht es in 6 Sekunden einmal herum. Die Zeit, welche verfließt, während ein Zahn des Steigradgetriebes um eine Zahnweite sich weiter bewegt, beträgt somit genau eine Sekunde. Auf der vom Bodenrade des kleinen Räderwerkes entferntesten Welle f′ sitzt ein Arm s, der Windfang genannt, welcher sich an einen der Zähne des Steigradgetriebes anlegt, und demselben so weit nachrückt, bis er frei wird. Nun dreht sich das Getriebe des Windfanges um einen vollen Umgang, worauf der Arm s an einen zweiten Zahn des Steigradgetriebes ankommt, und mit demselben eben so wie mit dem vorigen bis zum Auslassen fortrückt. Hierauf erfolgt eine neue Umdrehung des Windfanges, welche Bewegung sich alle Sekunden wiederholt. Während nun f einen vollen Umgang macht, muß das Rad B′ das Sekundenrad um den 60. Theil seines Umfanges vorlaufen, wobei die Gleichung $\frac{B'}{a'} \cdot \frac{A'}{f} = 60$ zur Beurtheilung der erforderlichen Anzahl von Zähnen in diesen Rädern und Getrieben dient; B′ = 60, A = 48, a′ = 8, b′ = 6 entspricht dieser Gleichung, indem $\frac{60 \cdot 48}{8 \cdot 6} = 60$ ist. Die übrigen Zähne des kleinen Räderwerkes in Rädern und Getrieben sind aus folgendem Schema ersichtlich.

| | | |
|---|---|---|
| Das Bodenrad E' hat . . . . | 80 | Zähne |
| Das Mittelrad D' hat . . . . | 64 | " |
| Das kleine Mittelrad C' hat . . . . | 60 | " |
| Das Getriebe des Groß-Mittelrades hat | 10 | " |
| Das Getriebe des Klein-Mittelrades hat | 8 | " |
| Das Getriebe des Sekundenrades hat | 8 | " |

Im Gangwerke hat:

| | | |
|---|---|---|
| 1. Das Bodenrad . . . . . | 60 | Zähne, |
| 2. Das Minutenrad . . . . . | 72 | " |
| 3. Das Mittelrad . . . . . | 50 | " |
| 4. Das Sekundenrad . . . . . | 48 | " |
| 5. Das Steigrad . . . . . | 15 | " |
| Das Getrieb des Minutenrades . | 10 | " |
| Das Getrieb des Mittelrades . . | 8 | " |
| Das Getrieb des Secundenrades - | 6 | " |
| Das Getrieb des Steigrades . . | 6 | " |

Während das Minutenrad einmal umgeht, macht das Steigrad $\frac{72}{8} \cdot \frac{50}{6} \cdot \frac{48}{6} = 600$ Umdrehungen. Da dasselbe 15 Zähne besitzt, also bei jedem Umgange 30 Schwingungen der Unruhe bewirkt, so macht die Unruhe während einer Stunde 18000 Schwingungen, deren fünf auf die Sekunde entfallen. Der Sekundenzeiger ist auf der Axe des Rades B' des Sekundenrades des kleinen Räderwerkes aufgesteckt. Ueber dieselbe ist die Hülse des Viertelrades geschoben, welches durch einen Wechsel des gegen den vollen Kreis des Zifferblattes excentrisch gestellten Minutenrades getrieben wird. Mitunter findet man auch das Viertelrad auf den verlängerten Zapfen des Minutenrades aufgesteckt, wobei dann der Stunden- und Minutenkreis excentrisch gestellt erscheint. Der Symmetrie wegen wird oft an der Welle des großen Mittelrades ein zweites Zeigerwerk für die Viertel und Stunden eingerichtet.

Auf ähnliche Art wie die Cylinderuhr ist auch die Uhr mit der Commahemmung oder die Lepinische Uhr gebaut.

63. Häufig sind Taschenuhren mit einem Schlagwerke versehen, welches durch einen Druck ausgelöst die letzt vergangene Stunde und die darüber verflossenen Viertelstunden durch die ent-

sprechende Anzahl von Schlägen durch zwei Glocken oder Klangfedern angibt, und unter dem Namen Repetirwerk bekannt ist, daher solche Uhren auch Repetiruhren genannt werden.

Das Repetirwerk besteht erstens aus einem Räderwerke, welches mit jenem des Gangwerks in demselben Rädergestelle untergebracht ist und 5 Räder und einen Windfang enthält, zweitens aus dem Vorgelege, welches aus mehreren Bestandtheilen aus Stahl hergestellt auf der äußern Seite des Großbodens unter dem Zifferblatte seinen Platz findet. Fig. 102 zeigt dieses Räderwerk neben dem Gangwerk wie es nach Abhebung des Kleinbodens sichtbar wird. Das Rad E′, das Bodenrad, ist auf der unteren (nicht sichtbaren) Seite mit dem gewöhnlichen Gesperre versehen, um die mit der Welle e verbundene Triebfeder spannen zu können, und so die zur Bewegung des Räderwerks erforderliche Kraft zu erhalten. Diese Feder befindet sich in dem auf dem Kleinboden befestigten kleinem Federhause. Sie wird dadurch in dem Zustand der Spannung versetzt, daß man die Welle e dreht, welche zugleich die Stelle der Federwelle vertritt. Auf derselben Welle ist die stählerne Schlagscheibe S befestiget. Diese trägt an einem Theile ihres Umfanges 12 Zähne, deren jeder die Hebung x an der Welle des großen Hammers H ergreifen, und so diesen in Bewegung setzen kann. Die Hebung x befindet sich an einer auf der Hammerwelle aufgeschobenen Hülse, welche nur dann auf den Hammer wirkt, wenn das Schlagrad in der Richtung des Pfeiles vorläuft. Bei entgegengesetzter Bewegung der Schlagscheibe, welche beim Aufziehen der Feder eintritt, wird jene Hülse mit Leichtigkeit zurückgeschoben, ohne den Hammer im Geringsten zu bewegen.

Die Triebfeder wird jedesmal durch den Druck gespannt, welchen man in Anwendung bringen muß, um die Uhr schlagen zu lassen. Hierbei dreht sich die Federwelle und mit ihr die Schlagscheibe S um einen kleinern oder größern Bogen, je nachdem der Hammer weniger oder mehr Schläge machen soll. Im erstern Falle kommen weniger, im letztern Falle mehr Zähne der Schlagscheibe hinter die Hebungsfläche des Hammers zu stehen, und verursachen beim Vorlaufen des Schlagrades eben so viele Schläge als ihre Anzahl beträgt. Die Räder D′, C′, B′ und A′ sammt dem Windfang F dienen nur dazu, um das Ablaufen des Schlagrades zu mäßigen, und die Schläge in nicht zu kleinen Inter-

vallen folgen zu lassen. Die Anzahl Zähne in diesen Rädern und ihren Getrieben ist daher keine so fixirte, wie bei andern Schlagwerken. Gewöhnlich findet man dieselben in folgender Art:

| | |
|---|---|
| das Schlagrad E' hat . . . . | 42 Zähne, |
| das Rad D' hat . . . . . . . | 36 " |
| das Rad C' hat . . . . . . . | 33 " |
| das Rad B, hat . . . . . . . | 30 " |
| das Rad A' hat . . . . . . . | 25 " |
| das Getriebe von D' hat , . . | 6 " |
| das Getriebe von C' hat . . . | 6 " |
| das Getriebe von B' hat. . . . | 6 " |
| das Getriebe von A' hat . . . | 6 " |
| das Getriebe des Windfanges . . | 6 " |

Sonach macht der Windfang bei einem Umgange des Schlagrades

$$\frac{42}{6} \cdot \frac{36}{6} \cdot \frac{33}{6} \cdot \frac{30}{6} \cdot \frac{25}{6} = 4812\frac{1}{2} \text{ Umdrehungen.}$$

Da die 12 Zähne der Schlagscheibe sich gewöhnlich über die halbe Peripherie derselben erstrecken, so kommen auf einen Schlag (wobei das Schlagrad um den 24sten Theil seiner Peripherie umgeht) nahezu $200\frac{1}{2}$ (genau $200\frac{25}{48}$) Umläufe des Windfanges.

Der Hammer H schlägt aber nicht bloß die Stunden, sondern auch nach Vollendung der Stundenschläge die Viertel, bei denen er mit dem Viertelhammer h abwechselt, so daß für jedes Viertel ein Doppelschlag erfolgt. Die Viertelschläge beider Hämmer werden durch das Vorlegwerk verursacht, zu welchem Zwecke beide Hammerwellen durch den Großboden hindurch gehen, und über denselben mit eigenen Hebungen versehen werden, um den betreffenden Theilen des Vorlegwerkes einen Angriffspunkt auf die Hämmer zu gewähren. Fig. 103 stellt das Vorlegwerk dar, wie es nach Abhebung des Zifferblattes erscheint.

D ist ein Stift, welcher gegen den Repetirrechen A gedrückt wird, wenn man die Uhr schlagen lassen will. Dieser hat seine Drehungsaxe in a; sein Ende b ist mit einer Kette K verbunden, welche über die Wechselrolle C läuft und mit ihrem anderen Ende an der Rolle D befestiget ist. Diese Rolle ist an dem vierkantigen Zapfen des Schlagrades aufgesteckt. Durch das Niederdrücken

des Repetirrechens A wird sonach durch Vermittelung der Kette K die Rolle D und mit dieser die Welle des Schlagrades gedreht, wodurch eines Theils die Triebfeder des Schlagwerkes gespannt, andern Theils eine gewisse Anzahl von Zähnen der Schlagscheibe hinter die innere Hebung des Stundenhammers geführt wird. Die Größe der Bewegung des Repetirrechens hängt von der Stellung der Stundenschnecke T ab, welche mit dem Sterne S auf einerlei Welle sitzt, und an ihrem Umfange mit 12 Staffeln versehen ist, deren ungleiche Distanz von der Drehungsaxe n dem mit A verbundenen Arm t gestattet, mehr oder weniger dieser Axe sich zu nähern, je nachdem er beim Herabdrücken des Repetirrechens auf eine niedrigere oder höhere Staffel trifft. Ein Stift v des Viertelrades nimmt bei jedem Umgange desselben eine Spitze des Sternes mit, wodurch dem Arm t jede Stunde eine andere Staffel geboten wird. Die höchste Staffel läßt den Arm t nur so weit vordringen, daß bei der gleichzeitigen Drehung der Welle des Schlagrades nur ein Zahn der Schlagscheibe hinter die innere Hebung des Stundenhammers gelangt, also beim Ablaufen des Räderwerkes nur ein Schlag für die Stunden erfolgt. Die nächst folgende Staffel ist um so viel niedriger, daß sie den Arm t einen Weg zu machen gestattet, in Folge dessen zwei Zähne der Schlagscheibe hinter die Aushebung des Stundenhammers zu stehen kommen. In gleicher Weise nehmen die auf einander folgenden Staffeln an Höhe so ab, daß jede folgende den Arm t um so viel mehr vordringen läßt, als zur Hervorbringung eines weiteren Schlages erforderlich ist, so zwar, daß, wenn der Stern S einmal um seine Peripherie herumgekommen ist, der Stundenhammer H in Folge der nach Ablauf der einzelnen Stunden stets größeren ausfallenden Drehung der Schlagscheibe nach und nach alle 12 Stunden schlagen konnte.

Um die Axe s ist der Viertelrechen R drehbar. Jedes seiner Enden ist mit 3 Zähnen versehen, welche auf die Hebungen α und δ wirken können. Erstere sitzt auf der Welle des Stunden-, letztere auf jener des Viertelhammers. An diesen Hebungen bemerkt man noch die Arme β und ε von denen ersterer auf einen Stift z des Stunden-, letzterer auf einen Stift w des Viertelhammers drückt. Damit diese Hebungen immer in richtiger Stel-

lung erhalten werden, sind die Federn h und M so angebracht, daß sie die Arme β und ε beziehungsweise gegen die Stifte z und w pressen, und indem jede Hebung mit einem Einschnitte versehen ist, in welchen je eine Feder eingelegt ist, verhindern diese Federn zugleich ein Abgleiten der Hebungen von den Hammerwellen. Die Federn L und N halten die beiden Hämmer in der normalen Lage und treiben dieselben mit einer gewissen Kraft gegen die Glocken- oder Klangfedern, wenn durch die Hebungen die Hämmer aus der Ruhelage gebracht werden, wobei also jeder Hammer einen Schlag vollbringt.

Eine Feder g, welche sich an den Stift s anlegt, sucht den Viertelrechen beständig so zu treiben, daß sich sein Arm f gegen die Viertelschnecke V bewege. Im Zustande der Ruhe des Vorlegwerkes wird dieses Bestreben dadurch unwirksam gemacht, daß die Hebung d auf der Welle des Schlagrades den Stift e des Viertelrechens fest hält, wo bei sich der Arm m desselben gegen das Ende u des beweglichen Lagers des Sternes S stützt. Dieses Lager von den Franzosen tout-ou-rien (alles oder nichts) genannt, hat seine Drehungsaxe in i, legt sich aber mit der kleinen Oeffnung bei o an einen auf dem Großboden sitzenden Stift, in welcher Stellung es durch die Feder p zu erhalten gesucht wird. Beim Niederdrücken des Repetirrechens weicht nun zwar die Hebung d zurück, und läßt den Stift e frei, der Viertelrechen R kann aber erst dann dem Zuge der Feder g folgen, und sein Arm an eine der 4 Staffeln der Viertelschnecke anfallen, wenn sich der Arm m von dem Ende u des tout-ou-rien los machen kann. Dieß ist aber dann der Fall, wenn der Arm t des Repetirrechens eine Staffel der Stundenschnecke berührt, wobei durch den auf die Axe derselben ausgeübten Druck des tout-ou-rien etwas zurückweicht, das Ende u also den Arm m frei läßt. Die Feder p bringt das tout-ou-rien, und damit auch die Schnecke nach Beendigung des Druckes sogleich in die normale Lage zurück.

Bei dem Freiwerden des Viertelrechens R und dem Anfalle des Armes f an die Viertelschnecke, gehen die Enden desselben an den Hebungen α und δ vorüber ohne die Hämmer in Bewegung zu setzen, da die an der cylindrischen Hammerwelle beweglich aufgesteckten Hebungen in der Richtung βα und εδ sich frei

bewegen lassen. Da auch der Stift y des Stundenhammers H, welcher mit der innern Hebung desselben aus dem Ganzen ist, von dem Arm u des Viertelrechens frei gelassen und durch das hakenförmige Ende der Feder M vorgeschoben wird, so gelangt jene Hebung in die Zähne der Schlagscheibe, und es macht der Stundenhammer so viele Schläge, als Zähne der Schlagscheibe am Ende des Druckes auf den Repetirrechen hinter der genannten Hebung zu stehen kommen.

Nachdem die Schläge für die Stunde erfolgt sind, hat sich das Schlagrad so weit gedreht, daß nur die Aushebung d den Stift e des Viertelrechens erfaßt und diesen in seine Ruhelage zurückführt, wobei die Zähne an den Enden desselben auf die Hebungen α und δ wirken, und den Viertel- und Stundenhammer abwechselnd einen, zwei, oder drei Schläge machen lassen. Dabei ergreift der Arm u den Stift y der innern Hebung, bringt diese auf die Seite, und verursacht dadurch, daß das Schlagrad nicht eher auf den Stundenhammer wirken kann, als bis bei einem neuen Druck auf den Repetirrechen auch der Viertelrechen R ausgelöst wird. Ist daher ersterer nicht weit genug herabgedrückt worden, so läuft das Räderwerk ohne zu schlagen, ab. Das dabei stattfindende Geräusch nennt man das Spinnen.

In Fig. 104 sind die beiden Hämmer perspectivisch abgebildet, wobei ihre Lage mit jener in Fig. 102 übereinstimmt. An dem Stundenhammer sieht man die innere Hebung γ, deren Hülse über die Hammerwelle geschoben wird, und mit dem Stifte y ein Ganzes bildet, welcher dazu dient, um mittelst der Feder M die Hebung γ in die Zähne der Schlagscheibe zu bringen, und sie wieder mit dem Arm u des Viertelrechens zurück zu werfen. An den Stift x wirkt die Schlagfeder L, so wie der Stift z von dem Arm β der äußern Hebung ergriffen werden kann, wenn der Stundenhammer die Viertelschläge zu machen hat. An dem kleinen oder Viertelhammer h ist seine Welle ersichtlich, an deren unterem Theile die Hebung εδ aufgesteckt wird. Der Stift w wird von der Schlagfeder N ergriffen und damit der Hammer in seiner normalen Lage erhalten, wie dieses bereits oben angedeutet und in Fig. 103 zum Theil ersichtlich gemacht wurde.

Die vier Staffeln der Viertelschnecke sind mit 0, 1, 2, 3

bezeichnet. Fällt der Arm f des Viertelrechens auf die Staffel o, so wirkt kein Zahn des letzteren auf eine Hebung α oder δ, und es gibt bloß der Stundenhammer H die einfachen Schläge der letzt verflossenen Stunde. Kommt dagegen dieser Arm auf die Staffeln 1, 2 oder 3 zu stehen, so erfolgen nebst dem Stunden- auch 1, 2 oder 3 doppelte Viertelschläge. Nahe gegen das Ende der Stunde erfolgt durch den Sprengstift o des Viertelrades V die Vorschiebung des Sternes S um einen Zahn, wobei der Sperrkegel k gehoben, und, nachdem unter seinem Winkel der hebende Zahn vorüber gegangen, durch die Feder q in den nächsten Zahnschnitt hineingedrückt wird. Nachdem aber erst nach dem vollen Ablauf der Stunde dem Arm f die Staffel o entgegentritt, so würde bei einer Auslösung des Schlagwerkes kurz vor dem Ende der Stunde der Stundenhammer bereits die neue Stunde schlagen, während der Viertelrechen, da bei dem Anfall des Arms f auf die Staffel 3 alle seine Zähne hinter die Hebungen α und δ gelangen, die drei Viertelschläge der alten Stunde hervorbringen würde. Dieß müßte natürlich einen Irrthum in der Zeit der Uhr verursachen, wenn man dieselbe nicht auf dem Zifferblatte wahrnehmen könnte. Um diesem Fehler zu begegnen hat die Viertelschnecke V eine solche Einrichtung, daß sie es dem Arm f unmöglich macht auf die Staffel 3 aufzufallen, wenn einmal die Sprengung des Sternes S oder die Vorrückung der Stundenschnecke durch den Stift v erfolgt ist. Der Theil der Viertelschnecke, welcher dieses bewirkt, heißt die Ueberraschung.

Dieselbe ist in Fig. 105 ersichtlich gemacht, in welcher die Viertelschnecke von der Seite des Großbodens dargestellt wird. Auf der Verlängerung der Hülse E ist die Platte U die Ueberraschung aufgesetzt, welche einen Kreissector vom Radius der Staffel o vorstellt, der sich nicht über die ganze Länge der Staffel erstreckt, dabei aber um die Hülse E so weit drehbar ist, als dieses eine längliche Oeffnung in der Viertelschnecke V gestattet, durch welche der Sift v hindurch geht, wie dieses auch in Fig. 103 ersichtlich ist. Auf der untern sichtbaren Seite der Ueberraschung ist dieser Stift viel stärker gehalten, als wie an der Stelle, wo er in die Viertelschnecke eingelegt ist. Der stärkere Theil des Stiftes v ergreift gegen das Ende einer jeden Stunde einen Zahn des Sternes um ihn zu verschieben. In dem Momente aber als die

Verschiebung erfolgt, und der Sperrkegel k in einen anderen Zahnschnitt des Sternes S einfällt, drückt ein nachkommender Zahn desselben auf den dickeren Theil des Stiftes v, und treibt ihn, und somit auch die Ueberraschung U etwas vorwärts, so daß diese über die Grenze der Staffel o gegen die Staffel 3 vortritt, und daher dem Arm f bei allfälliger Auslösung des Schlagwerkes nicht mehr gestattet, sich an die Staffel 3 anzulegen, sondern ihn nöthiget, eine solche Stellung anzunehmen, als wenn er auf die Staffel o selbst auffiele, wobei der Viertelrechen keine Wirkung auf die Hämmer ausüben kann.

64. Taschenchronometer. Man findet sie von doppelter Bauart, entweder mit freiem Federhause, Kette und Schnecke, Groß- und Kleinboden und cylindrischer Spirale, wie meist alle älteren Taschenchronometer und die neueren nach englischer Construction, oder mit verzahntem Federhause (ohne Kette und Schnecke), nur einen Boden, indem der Kleinboden wie bei den modernen Cylinder- und Ankeruhren durch Stege oder Kloben ersetzt wird, und flacher Spirale, in welcher Art die meisten neueren Taschenchronometer in den Schweizer Uhrfabriken verfertiget werden. Fig. 106 zeigt die Anordnung des Gangwerkes eines Taschenchronometers der letzteren Einrichtung. E ist das Bodenrad, welches mit dem Federhause fest verbunden ist, sich also mit demselben um die gemeinschaftliche Axe der Welle e, an welcher das innere Ende der Triebfeder eingehängt wird, herumdreht. Das äußere Ende der Triebfeder ist an einem in der Wand des Federhauses angebrachten Haken befestiget. Mit einem Zapfen ist die Welle e in dem Boden M mit dem andern in dem Stege F gelagert, welcher mit den zwei Schrauben m an den Boden aufgeschraubt ist. Auf der Welle e sitzt ein Sperrrad, das seinen Platz unter der kreisförmigen mit vier Schräubchen auf dem Steg F befestigten Scheibe findet, in welches die Sperrfeder z eingreift, und die Welle verhindert zurückzulaufen, wenn die Feder mittelst eines an den vierkantigen bei e sichtbaren Zapfen aufgesteckten Schlüssels aufgezogen wird. Die zur Regelung des Aufzuges nothwendige Stellung befindet sich auf der entgegengesetzten Seite des Federhausboden und hat die Form des sogenannten Maltheser Kreuzes. Man sieht, daß die Triebfeder

während des Aufzuges in ihrer Wirkung auf das Rad E nicht gestört wird, die Uhr also während des Aufziehens fortgehen muß.

Das Rad E greift in das Getriebe des Minutenrades D, welches so wie bei der modernen Cylinder- oder Ankeruhr durchbohrt ist, um eine Welle durchzulassen, deren vierkantiger Zapfen bei d dazu dient, um das Zeigerwerk von rückwärts zu stellen. Um nicht durch den Uhrschlüssel Unreinigkeit in das Zapfenloch zu bringen, oder beim Abgleiten desselben das Rad D zu berühren, ist dieser Zapfen mit einem kurzen Rohre versehen, welches auf der Brücke G, in welcher der eine Zapfen des hohlen Getriebes d lauft, mit zwei Schräubchen aufgeschraubt ist. Die Brücke G ist mittelst der zwei Schrauben n auf den Boden M befestiget. Das Minutenrad D steht mit dem Getriebe des Kleinbodenrades C, und dieses mit dem Getriebe des Sekundenrades B im Eingriffe. Das Rad B führt endlich das Getriebe a des Steigrades A. H ist die Brücke des Kleinbodenrades C, welche durch die Schraube o, I jene des Sekundenrades B, welche durch die Schraube p mit dem Boden M verbunden ist. Die Brücke K des Steigrades A liegt unter dem Schwungrade der Unruhe O, und ist ebenfalls an den Boden M angeschraubt. L ist die Brücke oder der Kloben der Unruhe, auf welchem man den Rücker und den Spiralhalter wahrnehmen kann. N stellt die Brücke für den einen Wellzapfen des Hemmungshebels vor, welcher Hebel den (in der Zeichnung nicht sichtbaren) Hemmungszahn, die Auslösungsfeder und unter dem Zapfenloche bei f noch die kleine Spiralfeder trägt, durch welche er in seiner zur Hemmung des Steigrades erforderlichen Lage erhalten wird. Vom Kleinbodenrade angefangen, sind alle Zapfenlöcher mit Rubinen ausgefüttert, dann überdieß noch jene für die Zapfen der Wellen des Steigrades der Unruhe und des Hemmungshebels zur Verminderung und Erhaltung der Gleichförmigkeit der Reibung und zur Vermeidung auch der kleinsten Verschiebung dieser Wellen mit Platten aus eben diesen Steinen gedeckt. Die Unruhe ist compensirt, ihre Schwungmasse besteht aus mehreren starken Schraubenköpfen, welche zur Erzielung eines hinreichenden Gewichtes bei nicht zu großem Volum aus Gold hergestellt werden.

Die Spiralfeder hat die von Breguet angegebene Form und ist vergoldet.

Die Hemmung ist die freie Feder- oder Chronometerhemmung nach der Construction von Earnshaw mit der kleinen Abänderung in der Hemmungsfeder (vergl. §. 41).

Die Räder und Getriebe haben folgende Anzahl Zähne:

| | | |
|---|---|---|
| Das Bodenrad (Federhaus) hat . | 78 | Zähne, |
| Das Minutenrad hat . . . . | 80 | " |
| Das Kleinbodenrad hat . . . | 75 | " |
| Das Sekundenrad hat . . . . | 70 | " |
| Das Steigrad hat . . . . . | 15 | " |
| Das Minutenradgetriebe hat . | 12 | " |
| Das Kleinbodenradgetriebe hat . | 10 | " |
| Das Sekundenradgetriebe hat . | 10 | " |
| Das Steigradgetriebe hat . . | 7 | " |

Während eines Umganges des Minutenrades macht das Sekundenrad $\frac{80}{10} \cdot \frac{75}{10} = 60$ Umläufe, dagegen das Steigrad $\frac{80}{10} \cdot \frac{75}{10} \cdot \frac{70}{7} = 600$; und da die Unruhe während eines jeden Umganges des Steigrades 30 Schwingungen vollendet, so macht sie während einer Stunde 18000 oder in der Sekunde 5 Schwingungen. Der auf die Welle des Sekundenrades aufgesteckte Zeiger bewegt sich sprungweise, und zwar macht er nach der Natur der Hemmung, bei je zwei Schwingungen der Unruhe, d. i. in $^2/_5$" einen Sprung; steht er also nach irgend einem Sprunge auf einen Theilstrich seines Kreises ein, so stimmt er erst wieder nach dem fünften Sprunge mit einem solchen Theilstrich zusammen. Während eines Umganges des Bodenrades macht das Minutenrad $6^1/_2$ Umläufe. Damit also die Uhr mit einem Aufzuge 24 Stunden gehe, muß die Stellung nahe vier Umdrehungen der Federwelle gestatten. Gewöhnlich läßt sie deren fünf zu, wobei die Uhr durch $32^1/_2$ Stunde fortgeht.

Die Taschenchronometer nach der ältern oder englischen Bauart fallen wegen der cylindrischen Spirale etwas höher aus, als jene von der eben beschriebenen Einrichtung. Das Gangwerk hat aber mit Ausnahme des freien Federhauses, der Kette und Schnecke, welche mit dem Schneckenwerke noch durch das Gegen-

gesperre verbunden ist, dieselbe Anordnung wie bei dem vorigen Chronometer. Auch die Anzahl Zähne in den Rädern und Getrieben ist dieselbe bis auf jene des Schneckenrades, welches gewöhnlich 72 Zähne besitzt, weßhalb die Schnecke fünf Umgänge hat, damit die Uhr mit einem Aufzuge durch 30 Stunden zu gehen vermag. Diese Einrichtung des Taschenchronometers läßt einen genaueren Gang erwarten, als er bei den Schweizer Chronometern zu vermuthen ist, da die Kraft der Triebfeder durch die Schnecke ausgeglichen, und von stets gleicher Intensität auf das Steigrad übertragen wird, welches bei dem verzahnten Federhause nicht der Fall ist. Indeß zeigt die Erfahrung, daß Chronometer ohne Schnecke eines eben so genauen Ganges fähig sind, wie jene, bei denen dieser Theil vorhanden ist, wie dieses schon Jürgensen nachgewiesen hat. Nur muß die Spiralfeder eine solche Länge haben, daß Schwingungen von größeren und kleineren Bögen isochron sind.

Schiffschronometer sind viel stärker gebaut als Taschenchronometer; sie werden gewöhnlich in hölzerne Kästchen oder Büchsen eingesetzt, daher sie auch Boxchronometer heißen. Der Bauart nach stimmen sie meist mit den zuletzt erwähnten Taschenchronometern überein. Da die Schiffschronometer gewöhnlich in sogenannten Compaßsuspensorien aufgehängt werden, und sonach weniger äußern Bewegungen ausgesetzt sind, so läßt man ihre Unruhe langsamer schwingen, als jene eines Taschenchronometers; meist macht die Unruhe des Schiffschronometers vier Schwingungen in der Sekunde. Die Anzahl Zähne in Rädern und Getrieben eines solchen Chronometers ist aus Folgendem zu entnehmen.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Das Schneckenrad hat . . . . | 96 | Zähne, |
| 2. | Das Minutenrad hat . . . . . . | 90 | " |
| 3. | Das Kleinbodenrad hat . . . . . | 80 | " |
| 4. | Das Sekundenrad hat . . . . . | 80 | " |
| 5. | Da Steigrad ha. . . . . . . . | 12 | " |
| | Das Getriebe des Minutenrades hat | 16 | " |
| | Das Getriebe des Kleinbodenrades hat | 12 | " |
| | Das Getriebe des Sekundenrades hat | 10 | " |
| | Das Getriebe des Steigrades hat | 8 | " |

Bei einem Umgange des Minutenrades macht das Sekundenrad $\frac{90}{12} \cdot \frac{80}{10} = 60$; das Steigrad $\frac{90 \cdot 80 \cdot 80}{12 \cdot 10 \cdot 8} = 600$ Umgänge. Da aber die Unruhe bei einem Umgang des Steigrades 24 Schwingungen macht, so macht sie dann in einer Stunde 14400 oder 4 in einer Sekunde. Das Schneckenrad läuft in 6 Stunden ein Mal herum, die Schnecke hat also 6 Windungen, um die Uhr mit einem Aufzug durch 30 Stunden gehen zu lassen.

65. Reiseuhren. Sie kommen in der Bauart des Gang- und des Viertel- und Stundenschlagwerkes mit der Wiener Stockuhr überein. Nur wird statt des Pendels die Unruhe als Regulator angewendet. Aeltere Reiseuhren haben den Spindelgang, bei Neueren findet man meist die Doppelsteigradhemmung. Die Einfallklinken der beiden Schlagwerke werden durch schwache Federn in die Ruhelage zurückgeführt, damit die Schlagwerke in jeder Lage der Uhr richtig schlagen.

F. Schindler.

## Ultramarin.

Unter diesem Namen ist der zu feinem Pulver zerriebene, durch mechanische Verfahrungsarten von fremden Beimengungen mehr oder weniger gereinigte Lasurstein seit langer Zeit als blaue Malerfarbe bekannt. Die schönsten Sorten desselben übertreffen an Pracht und Feuer alle anderen blauen Farben, kommen aber wegen der umständlichen Bereitung und wegen der geringen Menge Farbstoff, welche der Lasurstein liefert, sehr theuer zu stehen. Neuerlich ist jedoch der Weg entdeckt worden, ein mit diesem natürlichen Ultramarin in Eigenschaften und Zusammensetzung übereinstimmendes Blau durch Kunst darzustellen; es wird seitdem künstliches Ultramarin in großen Mengen fabrizirt und nicht nur in der Malerei (statt des dadurch außer Gebrauch gekommenen natürlichen), sondern auch zu einer Menge technischer Processe angewendet, namentlich in der Kattundruckerei, Tapetendruckerei (Bd. XVIII. S. 276), Buntpapierfabrikation (Bd. X. S. 615), zum Bläuen des weißen Papiers (Bd. X. S. 478), der Leinwand in den Fabriken und beim Waschen, des Stärk-

mehls, der Seife, des Wachses, der Kerzen, des Zuckers u. s. w. Es wird in Folgendem zu betrachten sein: die Beschaffenheit und Zusammensetzung des Ultramarins überhaupt, die Darstellung des natürlichen Ultramarins aus dem Lasursteine, die Bereitung des künstlichen, und endlich die Natur gewisser, auch unter dem Namen Ultramarin vorkommender, Surrogate des wahren Ultramarins.

Eigenschaften und Zusammensetzung des Ultramarins. Das Ultramarin ist ein äußerst zartes, im Wasser unauflösliches Pulver von intensiv und feurig blauer, meist ein wenig ins Violette ziehender Farbe und sehr ausgiebiger färbender Kraft. Es wird durch Licht und Wärme, ja selbst in mäßiger Glühhitze nicht verändert; verliert jedoch im Freien unter den Einflüssen der Witterung nach und nach ein wenig von der Schönheit seines Tones, und wird bei sehr starken anhaltendem Glühen schmutzig, zuletzt weiß. Aetzende alkalische Laugen und Schwefelwasserstoff schaden ihm nicht; Essig-, Schwefel-, Salpeter- und Salzsäure aber, welche man darauf gießt, entfärben es sogleich unter Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas; selbst schon saure Ausdünstungen sind bei lange fortgesetzter Einwirkung im Stande, es ins Weißliche zu verändern.

Der Lasurstein (Lapis lazuli, vgl. Bd. IV. S. 539), wie er gewöhnlich vorkommt, und aus Sibirien, der kleinen Bucharei, Tibet, China, Chile nach Europa gebracht wird, muß als ein Gemenge des reinen blauen Körpers, welcher in Gestalt des Ultramarins daraus abgeschieden werden kann, mit verschiedenen anderen Mineralstoffen angesehen werden; rein (ungemengt) findet er sich selten, krystallisirt noch seltener; oft ist er nur in erdige Mineralien eingesprengt, kleine metallglänzende gelbe Pünktchen von Schwefelkies finden sich häufig in der blauen Masse. Unter diesen Umständen vermögen die chemischen Analysen, welche mit ihm unternommen wurden, keine ganz sichere Kenntniß von der Art und besonders von dem Mengenverhältnisse seiner wesentlichen Bestandtheile zu verschaffen, und es ist auch erklärlich, daß die Resultate verschiedener Chemiker bedeutend von einander abweichen. Es fand in 100 Theilen Lasurstein:

| | Klaproth. | L. Gmelin. | Varrentrapp |
|---|---|---|---|
| Kieselerde | 46.0 | 49 | 45.50 |
| Thonerde | 14.5 | 11 | 31.76 |
| Natron | — | 8 | 9.09 |
| Kalk | 17.5 | 16 | 3.52 |
| Talkerde | — | 2 | — |
| Eisenoxyd | 3.0 | 4 | — |
| Eisen | — | — | 0.86 |
| Chlor | — | — | 0.42 |
| Schwefel | — | — | 0.95 |
| Schwefelsäure | 4.0 | 2 | 5.89 |
| Kohlensäure | 10.0 | — | — |
| Wasser | 2.0 | — | 0.12 |
| | 97.0 | 92 | 98.11, |

Zahlen, deren Genauigkeit schon an sich durch die Größe des auf 1.89 bis sogar 8 Procent steigenden Verlustes zweifelhaft wird. Mehr Annäherung an das Richtige und an die gegenseitige Uebereinstimmung könnten die Analysen des Ultramarins darbieten, deren mehrere vorliegen:

| | Natürliches. | | Künstliches. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Clement od. Desormes. | C. G. Gmelin (mittlere Qualität, aus Paris). | Varrentrapp (aus Meißen). | Elsner (aus Nürnberg). | Brunner (selbst bereitet). |
| Kieselerde | 35.8 | 47.306 | 45.604 | 40.0 | 32.544 |
| Thonerde | 34.8 | 22.000 | 23.304 | 29.5 | 25.255 |
| Natron | 23.2 } | 12.063 (Natron und Kali) | 21.476 | 23.0 | — |
| Kali | — } | | 1.752 | — | — |
| Kalk | — | 1.546 | 0.021 | — | 2.377 |
| Kohlensaurer Kalk | 3.1 | — | — | — | — |
| Schwefelnatrium | — | — | — | — | 17.421 *) |
| Schwefels. Natron | — | — | — | — | 20.157 |
| Eisenoxyd | — | — | 1.063 | 1.0 | 2.246 |
| Chlor | — | — | Spuren | — | — |
| Schwefel | 3.1 | 0.188 | 1.685 | 4.0 | — |
| Schwefelsäure | — | 4.679 | 3.830 | 3.4 | — |
| Wasser | — } | 12.218 (Wasser, Harzige Substanz und Verlust) | — | — | — |
| Harzige Substanz | — } | | — | — | — |
| Verlust | — } | | 1.265 | — | — |
| | 100.0 | 100.000 | 100.000 | 100.9 | 100.000 |

*) Aus 10.337 Natrium, 7.084 Schwefel bestehend.

Wenn man auch annimmt, daß die hier ebenfalls bemerklichen großen Abweichungen ihren Grund hauptsächlich in wirklicher Verschiedenheit des analysirten Produktes finden, so muß doch überraschen, daß Eisen (welches von Varrentrapp, Elsner und Brunner als Oxyd aufgeführt wird), von Gmelin, so wie früher von Clement und Desormes, gar nicht vorgefunden worden ist, ungeachtet es höchst wahrscheinlich einen wesentlichen Antheil an der blauen Farbe des Ultramarins hat. Elsner zeigte nämlich durch vergleichende Versuche, daß die Ursache der blauen Färbung im Vorhandensein sowohl von Schwefelnatrium (welches die Analysen als Natron und Schwefel nachweisen) als von einem sehr geringen Gehalte an Schwefeleisen gesucht werden müsse, und daß jede dieser beiden Verbindungen einzeln nicht im Stande sei, eine blaue Färbung des Ultramarins hervorzubringen. Dem stehen allerdings die neueren Untersuchungen von Brunner entgegen, welchen zufolge zwar Schwefelnatrium ein unerläßlicher Bestandtheil sein, der Eisengehalt aber keine sehr wichtige, wenigstens keine förderliche Rolle spielen soll. Dieser Punkt ist demnach seiner Entscheidung noch gewärtig.

Da sowohl vom natürlichen als vom künstlichen Ultramarin verschiedene Sorten im Handel vorkommen, die von sehr ungleichem Werthe sind, so ist es wichtig, einen Maßstab für deren vergleichende Schätzung zu haben. Es kommt dabei nicht allein auf die Schönheit der Farbe an, welche ein geübtes Auge ohne Weiteres zu würdigen weiß, sondern höchst wesentlich auch auf die Ausgiebigkeit oder die färbende Kraft der Waare. Hierüber ist die Dunkelheit (Intensität) der Farbe nicht geeignet, ein sicheres Urtheil zu begründen, weil sie theilweise von der Feinheit des Pulvers abhängt, demnach nicht selten eine Ultramarinsorte von gröberem Korne und demzufolge dunklerem Ansehen, gerade wegen der Größe ihrer Theilchen, weniger ausgiebig ist als eine andere etwas blassere aber sehr fein gemahlene. Guinet empfiehlt folgendes praktisches Prüfungsverfahren. Man wägt von jeder der zu vergleichenden Ultramarinsorten eine bestimmte kleine Menge (z. B. 1 Decigramm oder 1 Gramm) sehr genau ab, vermengt sie trocken auf das Innigste mit dem sechsfachen Gewichte fein geschlämmter weißer Kreide, und beobachtet den Farbenton der Ge-

menge: die Sorte, welche das dunkelste Gemenge geliefert hat, wird sich auch in der Anwendung als die ausgiebigste erweisen. Einen sehr ähnlichen Weg befolgt Barreswil, indem er sich des (aus einer stark sauren Flüssigkeit niedergeschlagenen, gut ausgewaschenen und getrockneten) schwefelsauren Baryts bedient. Von demselben werden zwei Portionen, jede z. B. 20 Gramm betragend, abgewogen und in zwei Reibschalen gebracht; andererseits wird von den zwei zu vergleichenden Ultramarinproben in zwei genau tarirten Schälchen je 0.5 Gramm oder 1 Gramm abgewogen; ein Theil der einen Probe mit dem schwefelsauren Baryt in der ersten Reibschale aufs Innigste verrieben; dann in die zweite Reibschale von der andern Ultramarinprobe allmälig so viel zugegeben, daß beide Gemenge einerlei Nüance von Blau darbieten. Wägt man endlich die Schälchen mit den Ultramarinresten wieder, so ergibt sich aus den aufgewendeten Quantitäten das Verhältniß der färbenden Kraft beider Sorten.

Eine andere Methode der Untersuchung ist von Bernheim vorgeschlagen worden: Man verdünnt Schwefelsäure von 1.848 sp. Gew. mit dem zehnfachen Gewichte Wasser, wägt eine bestimmte und gleiche Menge (z. B. 50, 60, 100 Gran) von jeder der zu vergleichenden Ultramarinsorten ab, und gibt jede Probe in ein besonderes Gläschen; sodann tröpfelt man von der verdünnten Schwefelsäure, unter Zählung der Tropfen und stetem Rühren so lange hinzu, bis die blaue Farbe unter Verbreitung des bekannten Schwefelwasserstoffgeruchs vollkommen verschwunden, in ein röthliches Weiß umgewandelt ist, und keine blauen Pünktchen mehr zu bemerken sind. Anfangs kann man eine ziemliche Anzahl Tropfen schnell nach einander auf die Probe gießen, und die Erfahrung einiger weniger Versuche lehrt bald die ungefähre Menge kennen; sobald man aber sieht, daß der obere Theil der Probe sich zu entfärben beginnt, dürfen die weiteren Portionen bis zur Beendigung des Versuchs nur vorsichtig hinzugefügt werden. Bei Anwendung eines Tropfglases oder einer Tropfröhre ist es übrigens, um Täuschungen zu vermeiden, nicht gleichgültig, ob diese Vorrichtungen mehr oder weniger gefüllt sind, da hiernach die Tropfen verschieden groß ausfallen. Als Regel soll gelten, daß man für jede einzelne Probe das Tropfgefäß fast ganz

fülle. Da das Entweichen des Schwefelwasserstoffgases nur ein schwaches Aufbrausen, das der Kohlensäure aus kohlensaurem Kalk aber ein starkes Schäumen bewirkt, so läßt sich aus dem stärkern Brausen auch auf die Gegenwart eines Kreidezusatzes schließen, welcher zuweilen im Ultramarin vorkommt und den Schluß von der verbrauchten Säuremenge auf die Güte der Farbe unrichtig macht. Will man sich der Anwesenheit von Kreide versichern, so kann dieß durch einen Nebenversuch geschehen, indem man die Zersetzung in einem kleinen, mit einer Gasleitungsröhre versehenen Kölbchen vornimmt und das entweichende Gas in Kalkwasser leitet, welches, wenn Kohlensäure entweicht, getrübt wird. Es ist offenbar, daß Bernheim's Prüfungsverfahren die relative Menge des blauen Farbstoffs in den Ultramarinsorten ohne Rücksicht auf dessen feinere oder weniger feine Zertheilung anzeigt, also gerade den Zweck, welchen Guimet bei seiner Methode vorzugsweise ins Auge faßte, nicht erfüllen kann.

Das käufliche Ultramarin könnte möglicher Weise durch Beimengung anderer blauer Farbstoffe verfälscht sein, namentlich in den geringeren Sorten; denn die schönsten Qualitäten büßen durch jeden derartigen Zusatz sehr bedeutend an Reinheit und Feuer der Farbe ein. Es ist daher gut, auf die Mittel aufmerksam zu machen, durch welche die etwa zu vermuthenden Zusätze entdeckt werden können. In der Regel ist nichts dabei gewagt ein Ultramarin für unverfälscht zu halten, wenn es mit Salzsäure übergossen binnen einigen Minuten seine Farbe verliert, eine unauflösliche schmutzigweiße Substanz zurückläßt und eine farblose Auflösung bildet. Eingemengtes Bergblau oder Kalkblau würde man daran erkennen, daß das verdächtige Ultramarin beim Erhitzen über der Weingeistlampe, auf einem Silber- oder Platinbleche, beinahe im Augenblick grünlich und zuletzt schwarz wird; oder daß das Ultramarin in Salzsäure geworfen eine grüne Auflösung bildet, welche durch Zusatz von überschüssiger Ammoniakflüssigkeit dunkelblau wird. Verfälschung mit Berlinerblau offenbart sich, indem das Ultramarin durch Erhitzen viel dunkler wird, oder durch Kochen mit Aetzkalilauge ins Braune zieht. Die Gegenwart von Indig macht, daß concentrirte Schwefelsäure die blaue Farbe nicht ganz zerstört, und beim Erhitzen des Ultra-

marins über einer Weingeistlampe die purpurrothen Dämpfe des Indigs sich erheben. Schmalte kommt mit dem reinen Ultramarin darin überein, daß sie der Einwirkung der Hitze widersteht; da sie aber durch Säuren nicht zerstört wird, so führt die Behandlung mit Salzsäure sehr leicht zur Entdeckung. Das Nämliche gilt von Kobaltblau (dem sogenannten Kobaltultramarin, s. unt.). Befeuchtet man ein wenig von dem verdächtigen Ultramarin mit einem Tropfen Pottaschenauflösung und hält es dann auf einem Platinbleche über die Weingeistflamme, so wird es schnell schwärzlich, was bei unverfälschtem Ultramarin nie der Fall ist.

Das künstliche Ultramarin wird nicht selten auch zum Färben von Bonbons und anderem Zuckerwerk als eine ganz unschädliche und ausgezeichnet schöne blaue Farbe benutzt; wenn man aber zu den Bonbons saure Obstsäfte (z. B. von Aepfeln) anwendete, so bekommen sie beim Färben mit künstlichem Ultramarin einen unerträglichen Geruch nach Schwefelwasserstoff. Nach Chevallier soll man diesen Uebelstand beseitigen können, ohne die Farbe merklich blässer zu machen, indem man das Ultramarin in einer Schale mit durch Essigsäure schwach säuerlich gemachtem Flußwasser anrührt, zum Kochen erhitzt, das Blau auf einem Filtrum sammelt, mit kochendem Wasser auswäscht und endlich trocknet. Jedenfalls wird man sich hierbei hüten müssen, dem zur Auskochung angewendeten Wasser zu viel Essig zuzusetzen.

Darstellung des natürlichen Ultramarins. — Es wurde bereits im Eingange erwähnt, daß in dem Lasursteine der blaue Farbstoff fertig gebildet enthalten ist, und durch ganz mechanische Behandlung in einem mehr oder weniger reinen Zustande daraus abgeschieden wird. Das sehr alte Verfahren hierbei besteht in Folgendem: man wählt möglichst reine und dunkelfarbige Stücke des Steins aus, befreit sie von eingemengten nicht blauen Theilen, so weit dieß thunlich ist, zerstößt sie zu gröblichem Pulver, läßt dieß in einem hessischen Schmelztiegel wenigstens eine Stunde lang mäßig rothglühen, schüttet es noch glühend in kalten Essig und rührt während einiger Tage öfters darin um. Durch das Glühen und Ablöschen werden die Steintheilchen mürbe, der Essig aber zieht den mechanisch beigemengten Kalk aus. Man reibt sodann das Material in einer gläsernen

oder porzellanenen Reibschale, zuletzt auf einem Reibsteine, zum feinsten Pulver, wäscht dieses mit Wasser aus und trocknet es. Ferner bereitet man durch Zusammenschmelzen von 40 Theilen weißem Harz, 15 Theilen burgundischem Pech, 20 Theilen weißem Wachs und 25 Theilen Leinöl eine Art weichen Kittes, mischt denselben in noch flüssigem Zustande aufs Innigste mit einer gleichen Gewichtmenge Lasursteinpulver, bringt das Ganze in kaltes Wasser und formt daraus einen Kuchen. Indem man Letztern in einer Schale mit lauwarmem Wasser (von 30 bis 35° R.) übergießt und anhaltend mit einer Mörserkeule bearbeitet, schlämmen die feinen Ultramarintheilchen sich im Wasser auf, während die etwas schwereren Theilchen des Ganggesteins am Boden von der Harzmasse zurückgehalten werden. Das blaugefärbte Wasser gießt man ab, ersetzt es durch reines; und so wird fortgefahren, bis so viel möglich aller Farbstoff gewonnen ist, der aus dem gesammelten Wasser niederfällt und getrocknet wird. Das im Anfange der Arbeit gewonnene Ultramarin ist das schönste, die später erfolgenden Portionen fallen der Reihe nach weniger schön aus, und werden von jenem so wie von einander getrennt gehalten. Aus dem rückständigen Kuchen wird schließlich die Ultramarinasche gewonnen, indem man durch mehrmaliges Erhitzen mit erneuerten Portionen Leinöl das Harz und Wachs auflöst, und das am Boden des Gefäßes liegende Pulver durch Behandlung mit heißer Pottaschenlauge von dem anhängenden Oele reinigt. Die Ultramarinasche ist blau-grau von Farbe (da sie größtentheils aus Ganggestein besteht, nur wenig Farbstoff enthält), demungeachtet aber in der Oelmalerei sehr brauchbar. Aus 100 Theilen Lasurstein erhält man ungefähr 60 Theile Ultramarin, darunter jedoch nur 2 bis 3 Theile von der besten Sorte.

Bereitung des künstlichen Ultramarins. — Das Erste, was über Verfertigung künstlichen Ultramarins öffentlich bekannt wurde, war im Jahr 1828 eine ganz auf eigene Erfindung und Beobachtung gegründete Abhandlung von C. G. Gmelin zu Tübingen; allein später zeigte sich, daß in Frankreich Guimet schon etwas früher (1826) ein von ihm entdecktes Verfahren ausgeübt hatte, nach welchem er Ultramarin in mehreren Sorten fabrizirte und in den Handel brachte. Guimets Me-

thode ist noch jetzt nicht bekannt, eben so wenig die der übrigen Fabriken in Frankreich, zu Nürnberg und Meißen; doch haben die veröffentlichten Arbeiten mehrerer wissenschaftlicher und praktischer Chemiker so viel Licht in die Sache gebracht, daß die Grundzüge der Fabrikation und manche in der Ausführung zulässige Modificationen kein Geheimniß mehr sind, wenn gleich auf den angezeigten Wegen nicht gerade Ultramarin von erster Schönheit zu gewinnen ist, und manche derselben mehr zum Operiren im Kleinen als zu eigentlich fabriksmäßigem Betriebe sich eignen. Da mehr oder weniger nützliche Fingerzeige und Anknüpfungspunkte für weitere Forschungen in allen durch den Druck bekannt gewordenen Verfahrungsarten enthalten sind, so scheint es zweckmäßig, sie sämmtlich hier wiederzugeben.

1) Gmelins Methode. Man verschafft sich wasserhaltige Kieselerde (im so genannten gallertartigen Zustande) durch Fällung von kieselsaurem Kali oder Natron mittelst einer Säure, daneben wasserhaltige Alaunerde durch Niederschlagung einer Alaunauflösung mit Ammoniak oder kohlensaurem Kali, und mittelt durch Trocknen und Glühen einer gewogenen Probe von Beiden aus, wie viel ein gegebenes Gewicht derselben an wasserfreier Erde enthält. (Bei Gmelins Versuchen enthielten 100 Theile wasserhaltige Kieselerde 56, und 100 Theile wasserhaltige Alaunerde 32.4 Theile trockene Substanz.) Man löset nun von der wasserhaltigen Kieselerde so viel in einer Aetznatronlauge auf, als sich darin auflösen kann, und berechnet die Menge der dazu verbrauchten Erde im wasserfreien Zustande. Auf 72 Theile wasserfreier Kieselerde setzt man dann 70 Theile (ebenfalls im wasserfreien Zustande berechnet) Alaunerde zu, und dampft das Ganze unter stetem Umrühren ab, bis es ein feuchtes Pulver darstellt. Diese farblose Mischung von Kieselerde, Natron und Alaunerde ist die Grundlage des Ultramarins (Ultramarin-Basis), welche nun blau gefärbt werden muß. Zu dem Ende schmelzt man in einem gut bedeckten hessischen Tiegel 2 Theile Schwefel und 1 Theil wasserfreies Aetznatron zusammen, und wirft, wenn die Masse gehörig im Flusse ist, von obiger Mischung nach und nach ganz kleine Portionen in die Mitte des Tiegels, wobei man jedes Mal das von entweichendem Wasserdampfe verursachte Aufbrausen ab-

wartet, bevor eine neue Portion zugesetzt wird. Zuletzt, wenn die ganze Mischung eingetragen ist, erhält man den Tiegel etwa eine Stunde lang in mäßiger Rothglühhitze (eine zu starke Hitze zerstört die Farbe), übergießt den Inhalt desselben nach dem Erkalten mit Wasser, und trennt durch Auswaschen die nur beigemengte Schwefelleber von dem Ultramarin. Ueberschüssigen Schwefel kann man durch gelindes Erhitzen verjagen. Findet sich, daß die Färbung der Masse nicht durchaus gleich stark ist, so läßt sich durch Schlämmen das feurigste Ultramarin von dem schlechter gefärbten Antheile trennen. — Gmelin hat selbst folgende Modification seines Verfahrens angegeben. Man löset wie oben, wasserhaltige Kieselerde in ätzender Natronlauge bis zur Sättigung auf, und setzt dann wasserhaltige Alaunerde hinzu, von Letzterer aber nur so viel, daß auf 7 Theile wasserfreier Kieselerde 6 Theile wasserfreier Alaunerde vorhanden sind. Die Mischung wird unter fleißigem Rühren völlig zur Trockenheit abgedampft, fein zerrieben und mit einer kleinen Quantität Schwefelblumen vermengt. Man bereitet ferner ein Gemenge von gleichen Gewichtstheilen entwässerten reinen kohlensauren Natrons und Schwefelblumen, und setzt von ihr so viel zu der ersten Mischung (der Ultramarin-Basis), als das trockene Pulver vor dem Hinzufügen der Schwefelblumen betrug. Das Ganze wird aufs Innigste gemengt, in einen hessischen Tiegel, der davon möglichst angefüllt werden muß, eingestampft, dann thunlichst schnell zum Glühen erhitzt und einige Zeit darin erhalten. Die geglühete und erkaltete Masse erscheint grünlichgelb. Man nimmt sie aus dem Tiegel, zerkleinert sie gröblich und unterwirft sie einer zweiten Glühung, dieses Mal bei Luftzutritt, am besten in einem sehr porösen (aus einer Mischung von viel Sand mit sehr wenig Thon verfertigten) Tiegel. Bei diesem Glühen kommt nun die blaue Farbe hervor, deren Schönheit aber sehr wesentlich von der Temperatur und dem richtigen Maße des Luftzutritts abhängt, so daß das Gelingen dieser etwas schwierigen Operation einige Uebung voraussetzt. — Diese Methode ist wegen der dabei im reinen Zustande zur Anwendung kommenden Erden zu kostspielig für die fabrikmäßige Ausführung, überdieß nicht sicher genug; sie scheint aber als Ausgangspunkt für alle folgenden Bereitungs-

arten gedient zu haben. Was die Qualität des Produkts betrifft, erklärte Gmelin selbst, daß sein Ultramarin sich von dem natürlichen durch einen ins Grünliche ziehenden Ton der Farbe unterscheide, welcher ihm keineswegs zum Vorzuge gereicht.

2. Tiremon's Methode. Als Materialien werden angewendet:

| | | |
|---|---|---|
| Roher Thon, als fein gesiebtes Pulver . . . | 100 | Theile. |
| Alaunerde in gallertartigem Zustande*), entsprechend wasserfreier Alaunerde . . . . . . | 7 | " |
| Krystallisirtes kohlensaures Natron . . . . | 1075 | " |
| Schwefelblumen . . . . . . . . . . . | 221 | " |
| Gelbes Schwefelarsenik (Operment) . . . . | 5 | " |

Nachdem das kohlensaure Natron in seinem Krystallwasser geschmolzen ist, wirft man das gepulverte Operment hinein, und wenn Letzteres zum Theil zersetzt ist, fügt man dem Gemisch die gallertartige Alaunerde bei. Hierauf gibt man den Thon und die Schwefelblumen dazu, welche man vorläufig mit einander vermengt hat. Das so sorgfältig als möglich bereitete Gemenge kommt nun in einen Tiegel, den man bedeckt, anfangs langsam und vorsichtig erhitzt (um alles noch vorhandene Wasser wegzutreiben), später aber zum Rothglühen bringt. Das Feuer muß so geleitet werden, daß die Masse zusammenbackt ohne zu schmelzen. Nach dem Erkalten erhitzt man das aus dem Tiegel genommene Produkt von Neuem, um daraus möglichst viel Schwefel zu verjagen, worauf man es zerreibt, mit Flußwasser schlämmt, und das im Wasser suspendirte Pulver auf einem Filtrum sammelt. War das Gemenge gut gemacht, so ist Alles brauchbar; hatte man es aber in Ansehung der innigen Vermengung an Sorgfalt fehlen lassen, so zeigen sich viele farblose Theilchen. Ist völlige Schmelzung eingetreten, so findet man braungefärbte Stücke. Auf dem Filtrum läßt man das Produkt abtropfen und trocknet dann dasselbe, ohne es auszuwaschen: es zeigt nun eine schöne grüne Farbe mit einem Stich ins Bläuliche, wird aber

*) Bereitet durch Fällung einer Alaunauflösung, mittelst kohlensauren Natrons und einmaliges Auswaschen des Niederschlages mit Flußwasser.

blau, wenn man es in einem bedeckten Röstscherben bis ans Dunkelrothglühen erhitzt und dabei von Zeit zu Zeit umrührt. — Daß dieses Verfahren ein recht schönes Ultramarin liefert, ist nicht nachgewiesen; keinenfalls taugt dasselbe zu einem gehörig sichern Betriebe in großem Maßstabe. Der Zusatz von Arsenik ist wahrscheinlich ganz nutzlos, und es steht fest, daß keine der vorhandenen Fabriken denselben gebraucht.

3. Robiquet's Methode. Man vermengt 2 Theile Kaolin (Porzellanerde), 3 Th. Schwefel und 3 Th. entwässertes reines kohlensaures Natron mit einander; füllt das Gemenge in eine beschlagene Retorte von Steingut, welche man dann allmälig erhitzt bis keine Dämpfe mehr entwickelt werden; läßt die Retorte hierauf erkalten und zerschlägt sie, wobei man in derselben eine schwammige Masse von ziemlich schöner grüner Farbe vorfindet, welche in dem Maße wie sie Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, nach und nach lasurblau wird. Diese Masse laugt man mit Wasser aus: die überschüssige Schwefelleber löset sich auf, und es bleibt ein Pulver von sehr schöner blauer Farbe zurück. Man wäscht dieses durch Sedimentiren mehrmals mit reinem Wasser aus, und trocknet es zuletzt. — Robiquet selbst gibt an, daß das nach seinem Verfahren bereitete Ultramarin jenes von Guimet an Intensität und Feuer der Farbe nicht erreicht; die Bereitung ist aber, wie es scheint, einfach und jedenfalls weit wohlfeiler als nach den beiden vorhin angeführten Methoden.

4. Winterfeld's Methode. In der Absicht, ein gutes (wenn auch nicht der schönsten Sorte angehöriges) Ultramarin auf dem wohlfeilsten Wege herzustellen, hat Winterfeld in Berlin folgende Vorschrift ausgemittelt: 200 Theile Sodaasche (eingetrocknete Mutterlauge von Bereitung des krystallisirten kohlensauren Natrons in den Sodafabriken) werden in siedendem Wasser gelöst, sodann 100 Theile gepulverter Schwefel eingetragen, hierauf 4 Th. Eisenvitriol in Wasser gelöst zugesetzt, endlich 100 Th. fein gepulverter Thon eingerührt, worauf man zur Trockenheit abdampft. Die trockene Masse wird fein zerrieben, in feuerfeste Thongefäße gegeben, von welchen ein jedes 8 bis 10 preußische Pfund ($6^2/_3$ bis $8^1/_3$ Wiener Pfd.) aufnehmen kann.

Diese Gefäße, mit thönernen Platten bedeckt, werden in einem Ofen allmälig erhitzt, während man den Inhalt von Zeit zu Zeit mit einem eisernen Stabe umrührt. Wenn man bemerkt, daß die Masse zusammenzusintern beginnt, und eine schwarzblaue Farbe zeigt, welche beim Erkalten in ein schönes Grün übergeht, so darf der Prozeß als beendigt angesehen werden. Bei Quantitäten von 10 preuß. Pfund soll ein etwa 14 Stunden lang fortgesetztes Glühen erforderlich sein. Man läßt die gesinterte Masse in dem Gefäße, welches ganz luftdicht mit Lehm verstrichen wird, erkalten; nimmt sie dann heraus, zerschlägt sie gröblich; entfernt jene Stücke, welche eine schmutzige Färbung zeigen, laugt die guten mit heißem Wasser aus, und mahlt sie noch feucht zum feinsten Pulver. Während dieser Behandlungen geht die grüne Farbe durch den Einfluß des Luftzutritts in ein schönes Blau über. Der von Winterfeld angewendete Thon war ein ziemlich magerer, fast ganz eisenfreier, im ungebrannten Zustande von grauweißer Farbe. Er wurde zur Zerstörung eingemengter organischer Theile stark geglüht (worauf er ganz weiß erschien), sodann zerstampft, fein gemahlen und so verbraucht. Die Sodasche muß, bevor man sie auflöset, ebenfalls kalzinirt werden, um Einmengungen organischen Ursprungs zu zerstören. Als Glühgefäße werden thönerne Kolben empfohlen, welche man dergestalt schräg in den Ofen zu legen hat, daß der Hals nicht vom Feuer berührt wird. Die als Verschluß auf der Halsmündung mittelst Lehm befestigte Platte muß eine zum Einbringen des Rührstabs hinreichende Oeffnung enthalten. Winterfeld versichert, daß man nach seiner Bereitungsweise ein Ultramarin von schöner, lebhaft blauer Farbe erhält, welches zwar gegen das von Guimet zurücksteht, aber auch mit sehr geringen Kosten (etwa 6 Silbergroschen für das Preußische, = 21 Kreuzer Conv. Münze für das Wiener Pfund) zu fabriziren ist.

5. Brunners Methode. Es werden als Materialien hierzu gebraucht:

Kieselerde, nämlich ein möglichst reiner Quarzsand, welchen man zu feinstem Pulver zerreibt, und dann noch mit Wasser schlemmt. (Der von Brunner angewendete Sand ent-

hielt 94.25 Kieselerde, 3.03 Alaunerde, 1.61 Kalk, 0.94 Eisenoxyd: — Verlust bei der Analyse 0.17.)

Alaun (gewöhnlicher Kali-Alaun), den man durch die bekannte Operation des Brennens von seinem Krystallwasser fast gänzlich befreit, dann pulvert, und vor feuchter Luft geschützt, zur Anwendung aufbewahrt. Eine kleine Probe desselben wird gewogen, im Platintiegel mäßig rothgeglüht, dann wieder gewogen. Man erfährt hierdurch genau genug, wie groß der Antheil des Gewichtes ist, den der schon gebrannte Alaun durch völlige Entwässerung noch ferner verliert, und bemerkt sich dieß, weil die zur Ultramarinbereitung vorgeschriebene Quantität als gänzlich wasserfrei verstanden wird, also daraus, nach Maßgabe des erwähnten Probeversuchs, die erforderliche Menge gebrannten (unvollständig entwässerten) Alauns berechnet werden muß.

Schwefel. Bei den Schmelzungen der anzugebendn Mischungen dienen gewöhnliche Schwefelblumen; zu dem am Schlusse vorzunehmenden Brennen ist es zweckmäßig, durch Destillation gereinigten Schwefel anzuwenden.

Kohle, gewöhnliches ziemlich feines Holzkohlenpulver.

Kohlensaures Natron. Käufliches krystallisirtes Salz läßt man an einem warmen Orte zu Pulver zerfallen, und erhitzt dieses zuletzt noch, bis es wasserfrei ist.

Die Bereitung des Ultramarins geschieht auf folgende Weise: Man mengt

70 Theile Kieselerde,
240 „ gebrannten Alaun (wasserfrei berechnet),
48 „ Kohlenpulver,
144 „ Schwefelblumen, und
240 „ wasserfreies kohlensaures Natron

auf das Vollkommenste (in einer um ihre Achse gedrehten Trommel, in welche die Materialien mit einer Anzahl eiserner Kugeln eingefüllt werden). Das so bereitete Pulver muß unfühlbar fein sein, und unter einer gewöhnlichen Loupe keine verschiedenfarbigen Theilchen zu erkennen geben.

Ein hessischer Schmelztiegel wird mit diesem Gemenge angefüllt, mit einem Deckel versehen, mit Lehm verstrichen und zum mäßigen Rothglühen gebracht, welches man etwa 1½ Stunde

lang möglichst gleichmäßig unterhält. Auf den Grad der Hitze hat man sehr zu achten; keinenfalls darf derselbe zu hoch steigen. Ist die Operation gelungen, so stellt nach dem Erkalten der Inhalt des Tiegels eine locker zusammengesinterte, theils grünlich-, theils röthlichgelbe schwefelleberartige Masse dar, von ungefähr zwei Fünftel des ursprünglichen Volumens. Erscheint dagegen das Produkt fest und geschmolzen, mehr bräunlich und auf ein kleineres Volumen reducirt, so war die Hitze zu stark. Der lockere Klumpen löset sich leicht vom Tiegel ab, und wird nun in einer Schale mit Wasser übergossen. Die Masse weicht sich leicht auf, es entsteht eine Auflösung von Schwefelnatrium, und scheidet sich ein dunkelgrünlichblaues Pulver ab, welches mehrmals mit frischem (wenn man will, kochendem) Wasser ausgewaschen wird, bis dieses keinen merklichen Schwefellebergeschmack mehr annimmt.

In diesem Zustande stellt das Präparat ein hell aschgraues leichtes Pulver dar. Man überzeugt sich, ob eine kleine Probe desselben, auf einem Porzellanscherben erhitzt, durch darauf geworfenen Schwefel, bei dem Abbrennen desselben, eine bläuliche Färbung annimmt. Diese wird immer noch sehr schwach sein, etwa wie gebläute Wäsche.

Das erwähnte graue Pulver (2 Theile) wird nun mit Schwefel (2 Thl.) und wasserfreiem kohlensaurem Natron (3 Thl.) auf die oben beschriebene Art innig gemengt, und eben so wie das erste Mal geglüht. Es sintert hierbei wieder etwas zusammen, doch vermindert sich sein Volumen weniger als bei der ersten Glühung. Nach dem Erkalten wird die Masse eben so wie das erste Mal mit Wasser ausgewaschen und getrocknet. Eine Probe des nunmehrigen Präparats, auf dem Scherben mit Schwefel gebrannt, wird schon eine bedeutend intensivere blaue Färbung annehmen.

Die Menge des erhaltenen Produkts beträgt ungefähr so viel wie nach dem ersten Glühen. Man mengt es wieder mit einem gleichen Gewichte Schwefelblumen und dem Anderthalbfachen kohlensauren Natrons, und glüht es zum dritten Male nach der beschriebenen Weise. Nach dem Erkalten wird die Masse wieder mit Wasser behandelt, dieses Mal aber vollständiger ausgewa-

schen als früher. Es ist gut, dieselbe eine Zeit lang mit Wasser zu kochen, dann auf einem Leinwandfiltrum durch fließendes Wasser so lange kalt auswaschen zu lassen, bis das Waschwasser nicht mehr durch Bleizuckerauflösung gebräunt wird. Von diesem Umstande hängt zum Theil die gute Farbe des Ultramarins ab.

Wenn nunmehr eine kleine Probe des getrockneten Pulvers durch Brennen mit Schwefel eine schöne blaue Farbe annimmt, so kann zu der letzten Operation geschritten werden; im entgegengesetzten Falle wiederholt man noch ein Mal das Glühen mit Schwefel und kohlensaurem Natron. Dieß pflegt sich jedoch nur dann als nöthig zu zeigen, wenn bei den vorausgegangenen Glühungen die Hitze zu schwach gewesen ist.

Man schlägt nun das gut getrocknete bläulichgrüne Pulver durch ein feines Florsieb, wodurch zuweilen kleine bräunlich gefärbte harte Körnchen (Theilchen des Schmelztiegels oder geschmolzene, vom Wasser nicht aufgeweichte Stückchen der Masse selbst) abgesondert werden, die man sorgfältig beseitigt.

Die Schlußarbeit ist das Brennen mit Schwefel. Zu dem Ende wird auf einer gußeisernen Platte eine etwa 1 Linie dicke Lage gepulverten (am besten durch Destillation gereinigten) Schwefels ausgebreitet; hierauf eben so viel oder etwas mehr des gut getrockneten Präparats gleichmäßig aufgestreut; und nun die Platte durch ein Kohlenfeuer so weit erhitzt, daß der Schwefel sich entzündet.

Man sorgt fernerhin — indem man das Feuer mäßigt oder nach Befinden ganz wegnimmt — dafür, daß der Schwefel bei möglichst niedriger Wärme vollständig verbrenne, das Pulver so wenig als möglich zum Glühen komme. Die Operation wird mit dem nämlichen Pulver drei oder vier Mal vorgenommen, nach jedesmaligem Brennen dasselbe von der Platte abgenommen und etwas zerrieben. Hat alsdann das Ultramarin die möglichst schönste Farbe erlangt, so ist die Bereitung zu Ende.

Durch das drei- oder viermalige Brennen mit Schwefel nimmt das Präparat an Volumen zu, erlangt eine lockere Beschaffenheit, vermehrt auch sein Gewicht um 5 bis 10 Prozent; diese Zunahme ist jedoch nur zum Theil in aufgenommenem Schwe-

fel begründet, und es vereinigt sich wahrscheinlich auch zugleich Sauerstoff mit dem Präparate. Bei desfalls angestellten analytischen Versuchen fand Brunner ein Mal folgendes Verhältniß der Bestandtheile

| | im ungebrannten | im mit Schwefel 5mal gebrannten |
|---|---|---|
| Kieselerde | 35.841 | 32.544 |
| Alaunerde | 27.821 | 25.255 |
| Kalk | 2.619 | 2.377 |
| Eisenoxyd | 2.475 | 2.246 |
| Natrium | 18.629 | 16.910 |
| Schwefel | 5.193 | 11.629 |
| Sauerstoff | 7.422 | 9.039 |
| | 100.000 | 100.000 |

Die Gewichtsvermehrung durch das Brennen mit Schwefel hatte in diesem Falle 10.16 Procent betragen.

In wiefern das nach Brunner's Methode dargestellte Ultramarin dem schönsten sich nahe oder vielleicht gar gleich stellt, finde ich nicht angegeben. So viel scheint aber gewiß, daß das Verfahren für die fabrikmäßige Anwendung und die jetzigen niedrigen Preise des Ultramarins viel zu weitläufig und kostspielig sein wird.

6. Prückner's Methode. Nach Prückner, welcher nebst eigenen Erfahrungen auch manche Aufklärung über einzelne Punkte der in Nürnberg, bekanntlich mit sehr gutem Erfolge, ausgeübten Fabrikation mitzutheilen im Stande war, sind die zur Ultramarinbereitung nöthigen Materialien: Thon, schwefelsaures Natron, Schwefel, Kohle und ein Eisensalz, als welches gewöhnlicher Eisenvitriol am besten dienen kann. Was zuerst den Thon betrifft, so ist der geeignetste ein solcher, welcher im rohen Zustande weiß erscheint, durchs Brennen nicht röthlich wird (also nur höchst wenig Eisen enthält), eine matte Farbe zeigt und mit Wasser angeknetet eine zwar zähe aber nicht völlig plastische Masse bildet (mithin mehr mager als fett genannt werden muß). Der sogenannte weiße Bolus ist zur Erzeugung des Ultramarins gut anwendbar, und soll in der Fabrik zu Nürnberg fast allein für diesen Zweck gebraucht werden. Prückner meint,

daß ein Verhältniß des Kieselerdegehalts zum Alaunerdegehalt ungefähr wie 4 zu 3 das angemessenste sei. Ein zu großer Antheil Kieselerde scheint nachtheilig zu wirken, denn ein Versuch zeigte, daß das feinste Ultramarin, mit der Hälfte seines Gewichts Quarzmehl vermengt und stark geglüht, seine blaue Farbe gänzlich verlor und grau wurde. Ein geringer Kalkgehalt bringt keinen Schaden.

Das zum Ultramarin nöthige Natron wird in Fabriken nicht durch kohlensaures, sondern durch schwefelsaures Natron beschafft; zu Nürnberg bedient man sich der Kuchen, welche bei der Salzsäurebereitung als Rückstand gewonnen werden, und läßt dieselben reinigen, indem sowohl die darin enthaltene überschüssige Säure als ein etwas beträchtlicher Eisengehalt (dieser aus dem Kochsalze oder von den eisernen Destillirgefäßen herrührend) der Bildung eines schönen Ultramarins im Wege stehen würde.

Der angewendete Schwefel ist gewöhnlicher Stangenschwefel.

Was die Kohle betrifft, so dient Holzkohle, wo diese am billigsten zu haben ist; auch der Abfall davon, welcher bei Feuerarbeitern gesammelt werden kann (sogenannte Lösche). Sie muß aber trocken und von Verunreinigung frei sein. Unreine Kohlenabfälle, die beim Zusammenfegen mit Kalk, Thon und Steinchen vermengt erhalten werden, kann man dadurch anwendbar machen, daß man sie in einem großen hölzernen Kasten mit Wasser anrührt, sich absetzen läßt, mittelst eines Seihelöffels die oben schwimmenden Theile herausnimmt, dieselben auf Haufen wirft und an der Luft trocknet. Wo Steinkohlen wohlfeil zu kaufen sind, wendet man diese vortheilhaft statt der Holzkohle an; dieß geschieht z. B. in Nürnberg. Nur muß man eine gute, an Kohlenstoff reiche, ohne große Flamme brennende Sorte wählen, welche lockere Kokes liefert; Blätter- und Grobkohle werden am dienlichsten erachtet.

Unter den Geräthschaften, welche zur Einrichtung einer Ultramarinfabrik gehören, verdienen vorzugsweise die Glühöfen und Glühgefäße Aufmerksamkeit. Die Construction derselben ist ein Punkt von höchster Wichtigkeit, da die Fabrikation eine große Menge Brennmaterial verzehrt. Man bedient sich im Großen

der Schmelztiegel zum Glühen der Massen nicht, sondern wendet Muffeln an, welche in Flammenöfen von feuerfesten Ziegeln liegen. Die Oefen der Nürnberger Fabrik sind nach Prückner's Schätzung 3 Fuß bis 3 Fuß 4 Zoll bairisch (33 bis 37 Wiener Zoll) im Lichten breit und eben so tief. Rechnet man den Raum des Feuerherdes 3 bis 4 Zoll zu jeder Seite, so bleiben für die Muffel selbst 22 bis 24 Zoll Weite*); ihre Höhe mag 12 bis 15 Zoll betragen. Solcher Muffeln können zur Ersparung von Brennmaterial zwei oder drei in einem gemeinschaftlichen Ofen vorgerichtet werden. Sie bestehen aus feuerfestem Thon, Scharmotte oder Glashäfenmasse. Ihre vordere Oeffnung, welche wie die hintere einen kleinen Ausschnitt hat (zur Beobachtung und zum Luftzutritte), wird mit einer gußeisernen, mittelst eines Rollenzuges aufzuziehenden und niederzulassenden Thür verschlossen. Es versteht sich von selbst, daß die Oefen mit Register und Schlußklappen versehen sind, damit die Stärke des Feuers nach Belieben geleitet werden kann. Am besten ist es, wenn die Muffel, bei ihrer angegebenen Größe, auf Unterlagen von feuerfesten Ziegeln ruht, welche in drei Reihen mit Spielraum für die Flamme auf den Rost aufgesetzt sind, so daß zur Feuerung zwei Schürgassen entstehen, jede 8 bis 9 Zoll hoch und breit. Dadurch wird bezweckt, daß der Boden der Muffel länger dauert, und etwa entstehende Risse nicht sogleich die völlige Unbrauchbarkeit herbeiführen. Die Muffeln mit Eisen binden zu lassen, oder ihnen gußeiserne Unterlagen zu geben, ist nicht zu empfehlen, weil bei Oefen, in welchen Schwefelverbindungen behandelt werden, Eisen sehr bald zerstört wird. Heitzt man nur mit Kohlen, so kann das Aufgeben derselben auch von der obern Wölbung des Ofens durch eine verschließbare Oeffnung geschehen, und der Rauchkanal wird in diesem Falle an der Seite angelegt; sonst sind aber Oefen nach ersterer Angabe gebaut sowohl für Kohlen- als für Holzfeuerung dienlich.

Nebst dem Muffelofen ist ein zweiter Ofen nöthig, welcher

*) Dieß Prückner's Angabe. Sie scheint jedoch nicht zu stimmen; denn von der Breite = 36 oder 40 Zoll das doppelte von beziehungsweise 3 oder 4 Zoll in Abzug gebracht, erhält man 30 und 32 Zoll als Rest.

zur Zersetzung des schwefelsauren Natrons und Anfertigung des Schwefelnatriums dient. Dieser hat ganz die Einrichtung des Kalzinirofens in den Sodafabriken.

Die übrigen Vorrichtungen bestehen in einer großen Präparirmühle mit ungefähr 4 oder 5 Fuß großen Steinen vom härtesten Granit, einigen Handmühlen, einem Pochwerke zum Pulvern der Materialien, den nöthigen Bütten zum Schlämmen, den Trockenanstalten rc.

Als Vorarbeiten der Fabrikation sind die Reinigung des Thons und die Darstellung eines Vorraths von Schwefelnatrium in Betracht zu ziehen. Erstere ist eine rein mechanische Operation. Der mit hölzernen Keulen in kleine Stücke zerschlagene trockene Thon wird in einen viereckigen Kasten von 5 bis 6 Fuß Länge und 3 Fuß Breite gebracht, mit Wasser übergossen, mehrere Tage lang sich selbst überlassen, und während dieser Zeit öfters mit einem eisernen Rechen durchgearbeitet. Dann wirft man ihn theilweise mit einer Schaufel in einen großen Schlämmbottig und rührt ihn hier mit sehr viel Wasser, um eine dünne Brühe zu bilden, mittelst einer Krücke an. Die Bottige stehen wo möglich terrassenförmig über einander, drei oder vier an der Zahl, und sind mehr weit als hoch. Das Abschlämmen geschieht, indem man den im Wasser zertheilten Thon durch ein feines Haarsieb laufen läßt; nur das zuerst angewendete Sieb hat größere Oeffnungen. Der von Sand und anderen gröberen Theilen durch drei- oder viermaliges Schlämmen gereinigte und jedes Mal durch Absetzen in dem betreffenden Bottige gewonnene Thon wird am besten in viereckigen Kästen unter einer Bedachung aufbewahrt, ohne getrocknet zu werden. Bei dessen Verarbeitung versichert man sich jederzeit durch eine gewogene, scharf getrocknete und wieder gewogene Probe von dem Gehalte an trockener Masse, und berechnet danach die anzuwendende Menge. Einen durch Eisenoxydgehalt gefärbten Thon kann man nöthigenfalls dadurch reinigen und brauchbar machen, daß man nach dem letzten Schlämmen die breiige Masse mit 3 bis 4 Prozent (des trocken angenommenen Thons) Kochsalz und 3 bis 3½ Procent Schwefelsäure versetzt, das Gemisch während längerer Zeit öfters durchrührt, und den schließlich sich ablagernden Bodensatz, der nun

viel weißer ist, mit reinem Wasser gut auswäscht. Räthlicher bleibt es jedoch immer, einen von Natur weißen Thon zu gebrauchen, der einer solchen Nachhülfe nicht bedarf.

Das zur Ultramarinbereitung dienliche Schwefelnatrium ist das sogenannte doppelte Schwefelnatrium. Um das zu dessen Bereitung nöthige schwefelsaure Natron aus den Rückständen von der Salzsäurebereitung zu gewinnen, muß vor Allem alle freie Salzsäure entfernt werden. Dieß geschieht durch Kalziniren in einem Flammofen. Die zu doppelter bis dreifacher Faustgröße zerschlagenen Stücke taucht man vorher schnell in Wasser, oder befeuchtet sie etwas, wenn sie nicht selbst schon durch längeres Liegen an der Luft Feuchtigkeit angezogen haben; denn ein mäßig feuchtes Salz läßt die Säure viel leichter und vollständiger fahren, als trockenes. Der Ofen wird beinahe bis an das Gewölbe damit angefüllt; nur muß man darauf sehen, genügende Zwischenräume zum durchstreichen der Flamme zu lassen. Die Feuerung wird unterhalten bis durch den Geruch an der hintern Ofenthür gegen den Schornstein hin kein Entweichen von Salzsäure mehr zu erkennen ist. Anfangs braucht das Feuer nicht stark zu sein; man steigt aber allmälig mit der Hitze, bis zuletzt das Salz in gelindes Rothglühen kommt, wo dann sicherlich alle freie Salzsäure ausgetrieben ist und höchstens ein wenig schwefelige Säure sich zu entwickeln beginnt. Das Kennzeichen eines auf diese Weise gut gereinigten schwefelsauren Natrons ist, daß es zerrieben und in Wasser gebracht eine auf Lakmus nicht sauer reagirende, etwas trübe Auflösung bildet, welche meistentheils ein wenig Eisenoxyd oder Kalk (wenn das Kochsalz Gyps enthielt) fallen läßt. Das kalzinirte Salz wird alsbald auf Pochwerken oder Mühlen pulverisirt, in der Feinheit wie grobes Schießpulver; wenn man einen Vorrath davon erzielen will, welcher nicht sogleich verschmolzen wird, so thut man am besten es unverweilt mit der gehörigen Menge Kalk und Kohle zu mengen und in diesem Zustande aufzubewahren; denn für sich allein hingelegt, backt es in feuchter Luft zusammen. Man versetzt zur Darstellung des oben genannten Schwefelnatriums 100 Pfund des trockenen schwefelsauren Natrons mit 33 Pfd. Kohlenpulver und 10 Pfd. an der Luft zerfallenen Kalks. Die Mengung muß

aufs Innigste mittelst Durchsiebens der Masse oder in einem um seine Achse gedrehten Fasse geschehen. Oefen, deren Herdsohle so viel Raum hat, daß darin 2 Centner der Schmelzmasse behandelt werden können, sind in practischer Beziehung vortheilhafter als größere für 5 bis 6 Centner. Man bringt einen solchen Schmelzposten in den Ofen auf den muldenartig vertieften Herd, bedeckt ihn überall $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll hoch mit Kalkmehl, und drückt dieses mit einer Schaufel fest an. Während des Schmelzprozesses muß man vermeiden die Masse umzurühren, weil der Luftzutritt die Desoxydation des schwefelsauren Natrons und sonach die Bildung des Schwefelnatriums hemmt; deshalb ist es auch gut, die Eintragöffnung des Ofens immer verschlossen zu halten bis zu Ende, wo man sieht, daß die Masse gut geflossen ist, worauf man einige Mal umrührt, auch noch einige Schaufeln Kohlenpulver dazu gibt, dann die Schmelze ruhig sich selbst überläßt und sie zuletzt, wenn sie ruhig in Fluß ist und keine oder wenig Gasentwicklung durch aufsteigende Flämmchen zeigt, mit einer Krücke aus dem Ofen in einen viereckigen gußeisernen Einguß von mehr flacher als tiefer Gestalt bringt. Nachdem das Schwefelnatrium hier erkaltet ist, wird es ausgeschlagen, so bald als möglich in Wasser (dem Fünffachen seines Gewichts) aufgelöst und weiter verarbeitet.

Die so dargestellte Auflösung des Schwefelnatriums ist mit ätzendem und kohlensaurem Natron, etwas Schwefelkalk, unter schwefeligsaurem und schwefelsaurem Natron verunreinigt. Beim Auflösen ist es am besten, das Wasser siedendheiß anzuwenden und so lange zu kochen, bis die Klumpen sich gelöst haben; durch die Auflösung in der Hitze wird das Schwefelkalzium vermittelst des kohlensauren Natrons zersetzt, und es bildet sich kohlensaurer Kalk. Man bringt die Lauge in gußeiserne oder mit Eisenblech ausgelegte Sedimentirkästen, worin man ihr Zeit läßt, alle unaufgelösten Theile abzusetzen. Diese bestehen aus dem kohlensauren und etwas schwefelsaurem Kalk, auch einem Antheile Kohle, welche feinzertheilt in der Flüssigkeit schwebend sich erst nach mehreren Tagen auf dem Boden lagert. Je besser die Lauge geklärt wird, desto tauglicher ist sie, weil die geringste Menge Kohle, später mit auf Ultramarin verarbeitet, dem Feuer

der Farbe schadet. Die Lauge muß so gut als möglich vor dem Zutritte der Luft verwahrt werden. Oftmals krystallisirt in der Kälte etwas schwefelsaures Natron heraus, welches man beseitigt und, durch Kalziniren vorläufig seines Krystallwassers beraubt, bei einer künftigen Bereitung von Schwefelnatrium wieder verarbeitet.

Diese Lauge, Einfach-Schwefelnatrium, wird zunächst durch Kochen mit Schwefel in Doppelt-Schwefelnatrium verwandelt. Hierzu bringt man sie, wie beschrieben, gehörig geklärt, in einen reinen gußeisernen Kessel, und setzt ihr während des Kochens so lange und so viel gepulverten reinen Schwefel zu, bis sie nichts mehr davon auflöst. 100 Theile des geschmolzenen Einfach-Schwefelnatriums bedürfen ungefähr 40 bis 50 Theile Schwefel. Man läßt die Lauge im Kessel erkalten, oder zieht sie wieder in die Klärgefäße ab. Da sie sich durch das Kochen konzentrirt, so macht man es sich zur Regel, sie so weit einzuengen, daß 4 Theile einem Theile trockenen Schwefelnatriums gleichkommen, wobei die Auflösung ein specifisches Gewicht ungefähr = 1.200 (oder 25° Baumé) zeigt. Wenn nach einiger Ruhe die Lauge sich geklärt hat (wobei sie meist etwas Schwefel absetzt) wird sie in gläserne Ballons gefüllt und so, vor der Luft sorgfältig bewahrt, zum Gebrauch aufgehoben.

Um damit zur Ultramarinbereitung selbst zu schreiten, dampft man von der vorräthigen Schwefelnatriumlauge 100 Pfund in einem flachen gußeisernen Kessel bis zur Syrupsdicke ab, und rührt vermittelst einer starken eisernen Spatel 25 Pfund trockenen (oder die diesem Gewichte entsprechende Menge naß aufbewahrten) Thons aufs innigste darunter. Während die Masse sich noch gut rühren und bearbeiten läßt, gibt man eine Auflösung von 16 Loth reinen (kupferfreien) Eisenvitriols nach und nach hinzu, und mengt Alles auf das Sorgfältigste durch einander. (Man kann auch die Vitriolauflösung dem Schwefelnatrium vor Eintragung des Thons beimischen.) Sobald die Eisenauflösung hineingegeben ist, nimmt die Masse eine gelbgrüne Farbe an, und es ist höchst wesentlich, die vollkommenste und gleichmäßigste Vertheilung des gebildeten Schwefeleisens in der Masse zu erreichen. Unter fortwährendem Rühren wird nun zur Trockenheit abge-

dampft, dann die Masse aus dem Kessel ausgeschlagen und so bald als möglich (da sie Feuchtigkeit aus der Luft anzieht) zu dem feinsten Pulver zerstampft.

Die so vorgerichtete rohe Ultramarinmasse wird nun in einer etwa 3 Zoll hohen Lage in die Muffel gebracht, und einer mäßigen Rothglühhitze ausgesetzt, bis sie durch und durch glüht. Das Glühen wird drei Viertelstunden bis eine Stunde lang fortgesetzt, während man öfters umrührt, überhaupt den Zutritt der Luft nicht hindert. Längeres und schärferes Glühen ist von Nachtheil, zu schwaches Glühen liefert kein Ultramarin. Man bemerkt während der Glühung eine völlige Umänderung der Masse; sie wird lederbraun, dann röthlich, grün, und endlich blau. Je nachdem es mehr oder weniger geglückt ist, den rechten Hitzegrad zu treffen, erhält man eine schönere oder weniger schöne Farbe, wodurch zum Theil die im Handel vorkommenden verschiedenen Qualitäten oder Sorten des Ultramarins entstehen.

Die geglühte Masse wird aus der Muffel genommen, und eine neue Operation dadurch begonnen, daß nach ihrem Erkalten dieselbe in einen Bottig gebracht und mit Wasser so lange ausgelaugt wird, bis alle auflöslichen salzigen Theile (Schwefelnatrium, schwefelsaures und unterschwefeligsaures Natron, auch etwas Alaunerde durch Aetznatron gelöst) entfernt sind. Bei dieser Operation können die Produkte mehrerer Glühungen vereinigt behandelt werden. Sobald die Masse rein ausgewaschen ist und sich abgesetzt hat, wird sie zum Abtropfen auf Spitzbeutel gebracht, und nach Entfernung des größten Theils der Feuchtigkeit in einem Trockenzimmer auf ausgespannter Leinwand oder auf Brettern gut getrocknet. Sie hat ein meist grün- oder blauschwärzliches Ansehen. In gewissem Grade kann ein Sortiren vor dem Auslaugen Statt finden, indem man die schon jetzt reinblauen Stücke bei Seite legt und zu den feinsten Sorten Ultramarin verarbeitet.

Die trockene Masse wird nun aufs Neue zerrieben, entweder in Steingutschalen oder in einem reinen gußeisernen Gefäße mittelst hölzernen Pistills, was nicht schwer von Statten geht. Das durch ein feines Sieb geschlagene Pulver unterwirft man einer zweiten Glühung, wozu besondere (nur hierzu bestimmte)

Muffeln angewendet werden. Jede solche Muffel nimmt 10 bis 15 Pfund Masse auf, ist 18 bis 20 Zoll bairisch ($16\frac{1}{2}$ bis $18\frac{1}{2}$ Wiener) breit, 32 bis 36 ($29\frac{1}{2}$ bis 33) Zoll lang, und durch ein Vorsetzstück mit Handgriff zu verschließen. Das Feuer wird mäßig unterhalten und gelinde Rothglühhitze ist hinreichend, die Farbe zu bilden. Gewöhnlich läuft die Masse schon nach einigem Steigen der Hitze vom Rande aus bläulich an, und dieß verbreitet sich allmälig ins Innere. Man rührt, nachdem die blaue Farbe, welche schnell an Intensität zunimmt, sich zeigt, mit einem eisernen Haken um, und beobachtet das Fortschreiten der Operation, bis durchgehends ein reines Blau zum Vorscheine gekommen ist. Das Glühen dauert 30 bis 45 Minuten. Längere und stärkere Hitze ist von keinem Vortheil. Oft zeigt sich, wenn das geglühte Pulver herausgenommen und auf Granitplatten gelegt wird, während des Erkaltens rasch eine Verschönerung und Erhöhung der blauen Farbe.

Die nächste Arbeit ist das Feinmahlen auf der großen durch Wasser- oder Pferdekraft getriebenen Mühle; auf Handmühlen präparirt man meistens nur die geringeren Sorten der Farbe. Endlich schlämmt man das in der Mühle äußerst fein zerriebene Ultramarin, und läßt die verschiedenen Schlämmwässer in Bottige ab, aus welchen dann die verschiedenen Sorten, z. B. Nr. 00 (die theuerste), 0, 1, 2, 3, 4, 5 (die geringste) hervorgehen.

G r ü n e s  U l t r a m a r i n. Von Nürnberg aus wird unter dieser Benennung eine grüne Malerfarbe in den Handel gebracht, welche jedoch gewöhnlich ziemlich blaß und ohne Feuer ist, auch sich bisher keinen beträchtlichen Absatz hat erwerben können. Sie besteht aus wirklichem Ultramarin, welches auf jener Stufe der Vollendung sich befindet, wo das Produkt die grüne Farbe zeigt. Daß in der fortschreitenden Ausbildung des Ultramarins eine grüne Färbung der blauen vorausgeht, ist im Vorstehenden bei Beschreibung der verschiedenen Bereitungsmethoden mehrmals erwähnt worden; es wird nur darauf ankommen, den Zeitpunkt, wo das Grün hervortritt, festzuhalten und die am schönsten grün gefärbten Antheile auszusortiren. Hellgrünes Ultramarin nimmt durch richtig geleitetes Glühen eine blaugrüne und sogar blaue Farbe an; die Säuren zersetzen und entfärben das grüne Ultramarin unter denselben Erscheinungen wie das blaue. E l s n e r

schließt aus seinen analytischen Versuchen, es bestehe der chemische Unterschied zwischen Beiden nur darin, daß in dem blauen Ultramarin eine größere Menge einer höheren Schwefelungsstufe des Natriums vorhanden sei, in dem grünen dagegen eine größere Menge Einfach-Schwefelnatrium. Jedenfalls ist die procentische Zusammensetzung nicht beträchtlich verschieden, wie folgende Zusammenstellung der von Elsner aus blauem und grünem Nürnberger Ultramarin erhaltenen Bestandtheile erkennen läßt:

| | Blaues. | Grünes. |
|---|---|---|
| Kieselerde . . . | 40.0 . | 39.9 |
| Thonerde . . . | 29.5 . | 30.0 |
| Natron . . . . | 23.0 . | 25.5 |
| Schwefelsäure . . | 3.4 . | 0.4 |
| Schwefel . . . | 4.0 . | 4.6 |
| Eisenoxyd . . . | 1.0 . | 0.9 |
| | 100.9 | 101.3 |

Ultramarin-Surrogate. Der einzige blaue Farbstoff, welcher an Schönheit sich mit den besseren Sorten des Ultramarins beinahe vergleichen kann, und zugleich an Dauerhaftigkeit das Ultramarin übertrifft, ist das feine Kobaltblau, welches unter dem Namen Kobalt-Ultramarin vorkommt. Dieser von Thenard entdeckten Farbe ist bereits im Artikel Kobalt (Bd. VIII. S. 423) gedacht worden; es sind aber hier noch andere Bereitungsarten derselben nachzutragen.

1) Gepulvertes Kobalterz (Kobaltglanz oder Speißkobalt) wird in einem Flammofen unter fleißigem Umrühren so lange geröstet, bis die Entwickelung der (an dem knoblauchartigen Geruche erkennbaren) Arsenikdämpfe aufhört; dann nimmt man den Rückstand aus dem Ofen, läßt ihn erkalten, kocht ihn mit überschüssiger schwacher Salpetersäure, zieht die Auflösung klar ab, und dampft sie in Porzellan- oder Glasgefäßen fast bis zur Trockenheit ein. Die Masse wird nun in siedendes Wasser geworfen, die entstehende Auflösung von dem hinterbleibenden arseniksauren Eisenoxyd abfiltrirt, durch phosphorsaures Natron niedergeschlagen. Man erhält so phosphorsaures Kobaltoxyd, welches violett aussieht, aber beim Verweilen unter Wasser eine

rosenrothe Farbe annimmt. Dieser Niederschlag wird auf dem Filtrum mit reinem Wasser ausgewaschen, und noch naß mit dem Achtfachen seines Gewichts gallertartigen Alaunerdehydrats (aus Alaunauflösung mittelst Ammoniak gefällt und mit Wasser gewaschen) innig vermengt. Nachdem dieses Gemenge, auf Platten ausgebreitet, trocken geworden ist, zerstößt man es zu Pulver, und setzt es in einem hessischen Tiegel einer halbstündigen Kirschrothglühhitze aus, wodurch die schöne blaue Farbe hervorkommt.

2) Folgendes Verfahren zur Darstellung des Kobalt-Ultramarins ist von Binder bekannt gemacht worden, soll schon kurz nach dem Jahre 1760 von A. H. Müller zu Lößnitz in Sachsen erfunden, um 1818 von Geitner zu Schneeberg zuerst im Großen ausgeführt worden sein und seitdem in den sächsischen Fabriken allgemein angewendet werden.

12 Pfund eisenfreier Alaun werden in einem irdenen oder bleiernen Gefäße mit siedendem Wasser aufgelöset; die kochendheiße Auflösung wird in eine Bütte filtrirt, welche gegen 5 Fuß hoch, 3 Fuß weit, und zum dritten Theile mit reinem Wasser gefüllt ist. Hierauf schlägt man mittelst reiner kohlensauren Kaliauflösung die Alaunerde nieder, füllt die Bütte ganz mit Wasser, läßt absetzen, ersetzt die überstehende klare Flüssigkeit durch reines Wasser, und wiederholt dieses Auswaschen so lange, bis salzsaurer Baryt keinen Schwefelsäuregehalt mehr anzeigt.

Daneben hat man 1 Pfund Kobaltoxyd, wie die sächsischen Blaufarbenwerke es in den Handel liefern, in 3 Pfund Salzsäure von 22° Baumé (spezif. Gewicht 1.176) aufgelöst, zur Trockenheit abgedampft, mit 6 Pfund Wasser wieder aufgelöst, und diese Flüssigkeit der Einwirkung hindurchgeleiteten Schwefelwasserstoffgases ausgesetzt, um etwa beigemischte fremde Metalle niederzuschlagen. Nach dem Filtriren dampft man wieder zur Trockenheit ab, und löset den Rückstand von Neuem in so viel Wasser auf, daß die Auflösung 9 bis 10 Pfund wiegt.

Sind alle die beschriebenen Vorarbeiten gemacht, so werden 6, 8, 10 oder 12 Pfund der Kobaltauflösung (je nachdem die Farbe heller oder dunkler werden soll) in einer kleinen Präzipitirbütte stark mit Wasser verdünnt und durch Aetzammoniak gefällt, von welchem man jedoch nicht zu viel zusetzen darf, indem

sich sonst Kobaltoxyd wieder auflöset. Der erhaltene Niederschlag wird gut ausgewaschen und dann unter stetem Umrühren zu der im Wasser ganz fein vertheilten (vorher nicht getrockneten) Alaunerde aus 12 Pfund Alaun geschüttet; das Rühren setzt man, um eine ganz innige Vermengung zu erzielen, eine halbe Stunde lang ohne Unterbrechung fort. Zeigt nach Ablagerung des Bodensatzes die über demselben stehende Flüssigkeit eine röthliche Farbe, so macht man einen kleinen Zusatz von Aetzammoniak. Der Bodensatz wird nach dem Abziehen des Flüssigen mehrmals mit reinem Wasser ausgewaschen, zum Abtropfen auf ein feines Leinwandfiltrum gebracht, gepreßt, in einer Trockenstube auf irdenen Schüsseln getrocknet, in irdenen Tiegeln (deren Deckel einige kleine Löcher enthalten) einer 2 bis $2^1/_2$stündigen Rothglühhitze ausgesetzt, endlich nach dem Erkalten mit Wasser fein gemahlen, getrocknet, zerrieben und gesiebt. Aus 12 Pfd. Alaun und 6 bis 12 Pfd. Kobaltlösung erhält man durchschnittlich 2 Pfd. Ultramarin, von den beiden dunkelsten (mit 10 oder 12 Pfd. Kobaltlösung bereiteten) Sorten oft 4 bis 6 Loth mehr. Erfordernisse zum vollkommenen und sicheren Gelingen sind vor Allem ein möglichst nickelfreies Kobaltoxyd, ein klares eisenfreies Wasser, und die größte Reinlichkeit; gehörige Verdünnung der Kobaltlösung und anhaltendes Rühren beim Mischen der Niederschläge tragen wesentlich bei, das Produkt locker und zart zu machen.

Unter dem Namen **vegetabilisches Ultramarin** hat man versucht, einen mit dem wahren Ultramarin gar nicht verwandten Farbstoff in Gestalt eines dunkelblauen dickflüssigen Breies in den Handel zu bringen. Nach **Elsner's** Untersuchung waren in einer Probe desselben 93 Prozent Wasser und nur 7 Prozent feste Substanz enthalten; letztere gab sich als ein Gemenge von etwa sieben Achtel Berlinerblau und ein Achtel Alaunerde nebst einer geringen Menge rothen vegetabilischen Farbstoffs (wahrscheinlich aus Rothholz) zu erkennen. Das sogenannte vegetabilische Ultramarin war demnach wohl auf die Weise dargestellt worden, daß man eine Abkochung von Alaun mit Rothholz gleichzeitig mit einer Auflösung von gelbem blausaurem Eisenkali, einem Eisensalze und einer Auflösung von kohlensaurem Natron versetzt hatte.

K. Karmarsch.

# Vergolden.

Die gänzliche oder theilweise Ueberziehung von allerlei Gegenständen mit Gold (das **Vergolden**) wird nach Beschaffenheit des zu Grunde liegenden Materiales und der an den Goldüberzug gemachten praktischen Anforderungen auf sehr verschiedene Weise ausgeführt. Vergoldung auf Glas und Porzellan erzeugt man durch Zusammenreiben höchst feinpulverigen Goldes mit einem Flusse, Aufmalen dieses Gemenges auf die Oberfläche des Gegenstandes, und Einbrennen unter der Muffel. Das Verfahren hierbei ist völlig übereinstimmend mit dem der Glas-, Email- und Porzellanmalerei überhaupt, nur daß Gold an die Stelle der Farbe tritt; es kann daher auf die Artikel **Emailmalerei** (Bd. V. S. 287), **Glasmalerei** (Bd. VII. S. 52) und **Thonwaaren** (Bd. XVIII. S. 404, 413) verwiesen werden. Das eingebrannte Gold wird, sofern es Glanz erhalten soll, durch Reiben mit einem Blutsteine polirt.

Das Vergolden lackirter Waaren geschieht theils durch Auflegen von Blattgold (Bd. VI. S. 153), theils durch Aufmalen der in Firniß angeriebenen sogenannten Goldbronze, d. h. sehr fein zerriebener Abfälle von Blattgold (Bd. VII. S. 179). Es handelt sich dabei, sowie bei Vergoldung des Leders 2c. an Büchereinbänden (Bd. III. S. 237), der Regel nach, nur um Hervorbringung schmaler oder breiter Goldstreifen, kleiner goldener Verzierungen u. dgl., und nicht um die Ueberziehung größerer Flächen mit Gold, welche die Aufgabe des Vergoldens im eigentlichen Sinne des Wortes ist.

In diesem engeren Sinne kommt das Vergolden vorzugsweise bei metallenen und hölzernen Gegenständen vor, daher der gegenwärtige Artikel in zwei, der Metallvergoldung und der Holzvergoldung gewidmete, Abschnitte zu theilen ist.

## A. Metallvergoldung.

Vergoldungen auf Metall werden entweder mit Hülfe eines chemischen Prozesses hervorgebracht, indem das Gold aus einer mit dem Gegenstande in Berührung gebrachten chemischen Verbindung so abgeschieden wird, daß es sich fest anhaftend auf dessen

Oberfläche absetzt; oder auf rein mechanischem Wege durch Befestigung des zu äußerst dünnen Blättchen geschlagenen Goldes (Blattgold, Bd. VII. S. 170) bald mittelst eines Klebmittels, bald mittelst direkter Adhäsion, weit seltener durch Aufreiben höchst fein zertheilten pulverförmigen Goldes.

## I. Chemische Vergoldung.

Zum Behuf der chemischen Vergoldung wird das Gold entweder in Verbindung mit Quecksilber (als Amalgam) oder in einer Auflösung angewendet: ersteres ist der Fall bei der Feuervergoldung; letzteres bei den verschiedenen Methoden, welche unter dem Namen der nassen Vergoldung zusammengefaßt werden können.

1. Feuervergoldung. — Um Gegenstände im Feuer zu vergolden, werden dieselben mit Goldamalgam dünn überstrichen und dann abgeraucht, d. h. einer Hitze ausgesetzt, welche stark genug ist, um das Quecksilber zu verflüchtigen, so daß das Gold in einer sehr zarten Lage auf der Oberfläche zurückbleibt. Der Vorgang ist indessen nicht so einfach, als nach dieser kurzen Erklärung vermuthet werden könnte. Es wird nämlich, um eine festhaftende Vergoldung zu erzielen, erfordert, daß auch die Oberfläche des zu vergoldenden Metalls mit Quecksilber verbunden, d. h. amalgamirt werde; alsdann vereinigt sich das aufgetragene Goldamalgam theilweise mit dem auf der Metalloberfläche entstandenen Amalgame, und die Folge hiervon ist, daß nach dem Wegdampfen des Quecksilbers keineswegs das Gold in einer völlig scharf abgegrenzten Schicht liegen bleibt, sondern vielmehr zwischen dem reinen Golde auf der äußersten Oberfläche und dem reinen Metalle im Innern eine feine Lage vorhanden ist, welche aus Gold mit Theilchen des vergoldeten Metalles gemischt besteht, also einen Uebergang oder ein Verbindungsglied zwischen der Vergoldung und dem Vergoldeten darstellt. Diese Erscheinung erinnert an eine ähnliche beim Löthen, welcher im IX. Bande, S. 444, gedacht wurde. Sie erklärt zugleich zwei bekannte Umstände: 1) daß die Farbe des vergoldeten Metalls an sich auf die Schönheit der Vergoldung Einfluß hat, und bei übrigens gleichen Verhältnissen eine dem Golde an Farbe ähnliche Metall-

masse weniger Gold zu schöner Vergoldung erfordert, als eine solche, deren Farbe bedeutend von jener des Goldes verschieden ist; 2) daß Metalle, welche sich sehr schwer mit dem Quecksilber verbinden, namentlich Eisen und Stahl, nicht im Feuer vergoldet werden können.

Die Feuervergoldung ist neuerlich zum großen Theile durch die galvanische Vergoldung verdrängt worden, behauptet sich aber noch immer als vorzüglicher in denjenigen Fällen, wo man entweder einen sehr starken und besonders dauerhaften Goldüberzug beabsichtigt oder eine Metalloberfläche nur theilweise vergolden will. Sie wird vorzugsweise auf Bronze (s. Bronzearbeiten, Bd. III., Seite 158), weniger häufig auf Messing, Kupfer und Silber angebracht.

a) Feuervergoldung auf Bronze. — Was man hier unter Bronze versteht, ist entweder Tombak, nur aus Kupfer und Zink bestehend und von letzterem 2½ bis 18 Prozent des Gesammtgewichts enthaltend; oder eine dreifache Legirung aus Kupfer, Zink und Zinn, in welcher jedoch das Zinn nur zu geringen Antheilen auftritt. Sehr oft enthalten die Mischungen der letzteren Art eine kleine Menge Blei, von welcher man angibt, daß sie das Abdrehen auf der Drehbank erleichtere, die aber wohl in der Regel nur dem zufälligen Umstande ihr Dasein verdankt, daß man bei Bereitung der Bronze alte verzinnte und mittelst Schnelloth gelöthete Gegenstände mit einschmelzt. Für Gußartikel zieht man jedenfalls eine zinnhaltige Bronze dem zinnfreien Tombak oder Messing vor, weil sie sich schärfer ausgießt, eine größere Dichtigkeit besitzt, und der letzteren Eigenschaft wegen weniger Gold zum Vergolden erfordert. Dagegen wird zu Draht und Blech zinnfreies oder sehr wenig Zinn enthaltendes Tombak gewählt, weil der Zinngehalt die Geschmeidigkeit vermindert. Näheres über die Zusammensetzung der zu vergoldeten Arbeiten besonders geeigneten gelben Metallmischungen enthält der Artikel Messing im IX. Bande auf S. 574 und 575.

Ueber die Kunst, Bronze in Feuer zu vergolden, hat D'Arcet eine treffliche Arbeit*) veröffentlicht, in welcher der

*) Mémoire sur l'art de dorer le Bronze. Par Mr. D'Arcet.

Gegenstand mit allen Einzelnheiten erörtert wird; die hier folgende Darstellung ist ihrem größeren Theile nach auf dieses Werk gegründet.

Das Gold, welches zum Vergolden gebraucht wird, soll entweder ganz rein sein oder nur eine höchst geringe Menge Zusatz enthalten. Ein etwas beträchtlicher Gehalt an Silber gibt der Vergoldung eine blasse oder grünlichgelbe Farbe, und ist nur in dem Falle zweckmäßig, wo man vorsätzlich auf sogenannte grüne Vergoldung ausgeht, die jedoch sehr selten verlangt wird. Dagegen entsteht mit etwas stark kupferhaltigem Golde eine, im Allgemeinen ebenfalls nicht beliebte, röthliche Vergoldung, und solches Gold amalgamirt sich schwieriger, gibt auch ein körniges, nicht leicht auf den Arbeitsstücken auszubreitendes Amalgam. Einige Vergolder erklären Gold von 980 Tausendstel Feingehalt, welches 14 Tausendstel Silber und 6 Tausendstel Kupfer enthält, für das geeignetste, weil es ein sehr gut auszustreichendes Amalgam liefere, zu dessen Bereitung weniger Quecksilber erforderlich sei, als bei Anwendung ganz feinen Goldes.

Die in verschiedenen Ländern geprägten Dukaten, deren Feingehalt 23 Karat 6 Gran bis 23 K. 9 Gr. oder 979 bis 989 Tausendstel beträgt, werden in der That häufiger von den Vergoldern benützt, als das sogenannte Feingold des Handels, welches 995 bis 998 Tausendstel (23 K. 10½ Gr. bis 23 K. 11½ Gr.) hält. Das zum Amalgamiren dienende Quecksilber muß sehr rein sein und daher nöthigenfalls durch die im XI. Bande, S. 328 bis 329 angegebenen Mittel von fremdartigen Beimischungen befreit werden. Man nimmt auf 1 Theil Gold 8 bis 10 Theile Quecksilber, erhitzt ersteres (zu dünnem Blech ausgewalzt und in Stäckchen zerschnitten) in einem hessischen Schmelztiegel zum schwachen Rothglühen, schüttet das (vorläufig erwärmte) Quecksilber hinzu, und befördert die Verbindung durch Umrühren mit einem reinen eisernen Haken. Nach wenigen Minuten ist die Vereinigung erfolgt; man gießt dann unverweilt das Amalgam in eine Schale mit Wasser aus (damit es schnell abgekühlt wird, nicht krystalli-

---

Paris 1818. — Die Kunst der Bronzevergoldung von D'Arcet. Aus dem Französischen von J. G. L. Blumhof, Frankfurt a. M. 1823. (Zweite ganz unveränderte Auflage, 1833.)

ren kann, sondern eine gleichmäßige Teigkonsistenz annimmt) und drückt es mit den Fingern gegen die schrägen Wände der Schale, wo es zuletzt kleben bleibt, während der Ueberschuß des Quecksilbers daraus abläuft. Der bei Bereitung des Amalgams gebrauchte Tiegel soll auf der inneren Oberfläche glatt und dicht sein, um kein Quecksilber eindringen zu lassen und das Anhängen des Amalgams nicht zu gestatten; man streicht ihn deshalb mit Thon oder in Gummiwasser angemachter Schlämmkreide aus. Damit der Arbeiter vor den schädlichen Wirkungen des Quecksilbers auf seinen Körper gesichert bleibt, thut man am besten, die Amalgamirung unter einem sehr gut ziehenden Schornsteine vorzunehmen und zu dem erwähnten Auspressen des Amalgams lederne Handschuhe anzuziehen. Je weiter man das Auspressen treibt, desto steifer und goldhaltiger wird das Amalgam, desto stärkere Vergoldungen liefert es demzufolge; man richtet sich also hierin nach dem Bedarfe. In einem Beutelchen von Sämischleder zusammengepreßt, gibt das Amalgam leicht so viel Quecksilber durch die Poren des Leders hindurch ab, daß die rückständige Portion nur noch 1 Theil Quecksilber gegen 2 Theile Gold enthält. Das abgesonderte Quecksilber enthält stets noch Gold aufgelöst und stellt ein schwaches flüssiges Amalgam dar, welches entweder bei neuen Amalgamirungen statt reinen Quecksilbers zugesetzt, oder direkt zur Erzeugung sehr dünner Vergoldungen angewendet wird, wie weiter unten zu ersehen ist.

Die zu vergoldenden Gegenstände werden, mögen sie nun aus den Händen des Drehers oder des Ciseleurs oder unter irgend einer anderen Bearbeitung hervorgegangen sein, vor Allem ausgeglüht, indem man sie auf ein Holzkohlenfeuer legt, mit todten Kohlen oder mit Lohkuchen (welche eine gleichförmigere und nicht so lebhafte Hitze erzeugen) bedeckt, und zum schwachen Rothglühen bringt, wonach sie herausgenommen und der Abkühlung überlassen werden. Das Ausglühen hat zum nächsten Zwecke, alle der Metalloberfläche anhängenden Fett- und Schmutztheile zu zerstören; es findet dabei aber auch eine gleichmäßige Oxydation Statt, wodurch nachher die Beitze regelmäßiger einwirkt, und wird wahrscheinlich auch ein kleiner Antheil Zink aus der Legirung verflüchtigt, so daß die Oberfläche kupferreicher und demnach mit

einer etwas rötheren, der Schönheit des Goldüberzugs günstigeren Farbe erscheint.

Die nächste Arbeit ist das Gelbbrennen, welches nicht nur die Oxydkruste beseitigt und die reine Metalloberfläche bloßlegt, sondern auch die Farbe sichtlich erhöht. Diese Operation besteht in der successiven Anwendung zweier verschiedener Beitzflüssigkeiten. Durch eine schwache Vorbeitze, in welcher man die Gegenstände entweder durch kurzes Eintauchen behandelt, oder erforderlichen Falls eine Stunde, auch länger liegen läßt, wird zuerst die oxydirte Kruste größtentheils weggeschafft, die schöne Farbe des Metalls entsteht dann durch schnelles und fast nur augenblickliches Eintauchen der an einem Messingdrahte hängenden Stücke in eine starke Säure (Schnellbeitze), worauf man sie sogleich sorgfältig in reinem Wasser abspült und endlich mit Sägespänen abtrocknet. Sie müssen nun in gewissem Grade ein mattes, gleichsam feinkörniges Ansehen zeigen, welches durch die gehörige Stärke der Schnellbeitze erlangt wird. Ist das Metall zu rauh, so erfordert es zu viel Amalgam, um die Oberfläche ganz mit Gold zu bedecken; ist es zu glatt, so haftet das Gold nicht gut. Die Vorbeitze besteht gewöhnlich aus verdünnter Schwefelsäure (auf 1 Theil Vitriolöl ungefähr 8 bis 10 Theile Wasser); zuweilen aus verdünnter Salpetersäure, welche schneller wirkt, aber kostspieliger ist, sehr lästige und ungesunde Dämpfe von salpetriger Säure entwickelt, und bei zu langer Einwirkung die Gegenstände stark angreift. Die aus der verdünnten Schwefelsäure genommenen Gegenstände werden mit einer scharfen Drahtbürste gekratzt, besonders wenn sie nicht glatte, sondern verzierte Oberflächen haben, aus deren Vertiefungen das noch lose anhängende Oxyd auf diese Weise entfernt werden muß; sie erscheinen hiernach noch mehr oder weniger regenbogenfarbig angelaufen, und werden erst ganz rein, wenn man sie in Salpetersäure von 36° Baumé (spezif. Gewicht 1.324) einen Augenblick eintaucht, dann sogleich in reinem Wasser abbürstet oder abpinselt. Nach dieser Behandlung (oft auch, bei Unterlassung derselben, direkt nach der schwefelsauren Beitze und dem darauf folgenden Abspülen) wird die schon erwähnte Schnellbeitze angewendet, welche sich in einem Steingutgefäße befindet und entweder ganz allein aus Salpeter-

säure von 36° B. oder aus einem Gemische solcher Salpetersäure mit konzentrirter Schwefelsäure besteht. Im letzteren Falle ist das Verhältniß der beiden Säuren zu einander durchschnittlich so, daß auf 1 Theil Schwefelsäure, 2 Theile Salpetersäure kommen. Die Schwefelsäure hat offenbar den Zweck, Wasser aus der Salpetersäure zu binden, und somit die Wirksamkeit der letzteren zu erhöhen; dieß scheint in der That durch die Erfahrung nachgewiesen zu werden, daß bei größerem Zusatze von Schwefelsäure eine höhere Farbe der gelbgebrannten Gegenstände erzielt wird. Manche Arbeiter haben noch die alte Gewohnheit beibehalten, der Schnellbeitze einen Zusatz von Ofenruß (dem bei Holzfeuerungen gewonnenen Glanzruß) und Kochsalz zu geben. Ersterer ist wohl eine ganz nutzlose empirische Zuthat; das Kochsalz aber kann beim Gelbbrennen zinnhaltiger Bronze in so fern dienlich sein, als es zu einem kleinen Chlorgehalt der Beitze Anlaß gibt und somit verhindert, daß das von der Salpetersäure erzeugte Zinnoxyd theilweise an der Oberfläche des Metalls haften bleibt und dieselbe blind macht, der Regel nach darf man jedoch in der käuflichen Salpetersäure ohnehin einen genügenden Chlor- oder Salzsäuregehalt voraussetzen, um eine Beimischung von Kochsalz für entbehrlich anzusehen. Das Eintauchen in die Schnellbeitze ist mit reichlicher Entwickelung salpetrigsaurer Dämpfe verbunden und muß deshalb so veranstaltet werden, daß ein Luftzug diese den Lungen sehr nachtheiligen Dämpfe von dem Arbeiter wegführt. Der schon oft gebrauchten Beitze, welche wenig Dämpfe entwickelt, muß man eine neue Portion Salpetersäure zusetzen. Zuletzt aber bekommen die Gegenstände in alter Beitze eine unansehnliche röthliche Farbe (indem das Zink der Legierung aufgelöstes Kupfer niederschlägt); dann muß die Flüssigkeit gänzlich erneuert werden. Höchste Sorgfalt muß auf das Abspülen verwendet werden, um alle Säuretheilchen von den Gegenständen zu entfernen. Da sich das Spülwasser bald mit Säure beladet, so pflegt man drei, vier oder fünf Wassergefäße der Reihe nach aufzustellen, jedes Stück successive in allen diesen Gefäßen zu spülen, bei lange fortgesetzter Arbeit aber von Zeit zu Zeit das erste Gefäß zu beseitigen und mit frischem Wasser gefüllt ans Ende der Reihe zu stellen, damit stets die Spülung mit

dem unreinsten Wasser zuerst, mit dem reinsten zuletzt Statt findet. Das Abtrocknen mit Sägespänen (gewöhnlich von Tannen- oder Buchenholz) geschieht bei größeren Stücken auf die Weise, daß man sie in den Spänen rollt bis diese nicht mehr ankleben, und dann den feinen Staub mittelst eines trockenen Pinsels abfegt; kleine Stücke dagegen wirft man in den mit Sägespänen etwa halb gefüllten Kasten, vergräbt sie darin und läßt sie liegen bis sich eine Anzahl gesammelt hat, die man dann noch mit den Spänen umrührt und zuletzt durch Schütteln in einem groben Siebe von denselben trennt*).

Sogleich nach dem Abtrocknen muß das Auftragen des Goldamalgams geschehen, weil beim Liegen im trockenen Zustand Schmutz daran kommen kann, oder die metallischen Oberflächen durch die Einwirkung der Luft anlaufen. Sieht man sich etwa

---

*) Bei dem Gelbbrennen kann man durch ein besonderes Verfahren den messingenen Gegenständen ein feines und zartes Matt ertheilen, und man bedient sich dieser Methode in England, Paris, Iserlohn rc. für Artikel, welche (nicht vergoldet, sondern) gefirnißt werden, in großem Umfange. Die gegossenen oder aus Blech gearbeiteten Waaren werden zuerst in verdünnter Schwefelsäure, wie gewöhnlich abgebeizt, dann auf die übliche Weise mit einem Gemisch von Salpetersäure (zu 36° B.) und konzentrirter Schwefelsäure gelbgebrannt. So wie sie hiernach in Wasser gehörig abgespült sind, taucht man sie in nachstehend beschriebene Mattbeitze und läßt sie darin, bis das anfangs entstehende Aufbrausen und die damit verbundene Entwickelung rother Dämpfe aufhört. Dieß dauert etwa eine halbe Minute oder länger. Dann zieht man sie heraus und spült sie in Wasser ab. Sie haben nun eine matte hellbraune Farbe. Zuletzt müssen sie noch einmal wie beim gewöhnlichen Gelbbrennen behandelt, d. h. in die Mischung von etwa 2 Theilen Salpetersäure und 1 Theil Schwefelsäure eingetaucht und gut in Wasser abgespült werden, wodurch das schöne gelbe Matt zum Vorschein kommt. — Die Mattbeitze wird auf folgende Weise bereitet: Man löset 1 Pfund Zink in 3 Pfund Salpetersäure von 36° B. auf, und gießt diese Auflösung zu einer Mischung von 8 Pfund Salpetersäure mit 8 Pfund Schwefelsäure in eine gehörig große Porzellanschale. Die Schale wird dann auf Feuer gesetzt, der Inhalt zum Sieden erhitzt, und während des Gebrauchs beständig im Sieden oder nahe am Sieden erhalten,

genöthigt, das Vergolden aufzuschieben, so bewahrt man die Gegenstände unter reinem Wasser und trocknet sie erst dann, wenn Alles zum Auftragen des Amalgams bereit ist. Hierzu bedient sich der Vergolder einer kleinen und feinen, an einem hölzernen Stiele befestigten Kratzbürste von Messingdraht (Bd. VIII. S. 527), indem er das Amalgam in einer nur auswendig glasirten, daher inwendig etwas rauhen Schale von Töpferzeug (besser Steingut oder Porzellan), vor sich hat. Er taucht zuerst die Kratzbürste mit ihren Spitzen in das Quickwasser (eine verdünnte Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul), betippt und streicht dann damit das Amalgam, um so viel als nöthig davon aufzunehmen, und überreibt endlich mit der so vorbereiteten Bürste das zu vergoldende Stück, welches sich hierdurch mit einer dünnen Schicht des Amalgams überzieht. Diese Schicht wird möglichst gleichmäßig angelegt, wenn alle Stellen gleich stark vergoldet werden sollen; im entgegengesetzten Falle überfährt man diejenigen Theile, welche eine dickere Goldlage verlangen (entweder weil sie künftig polirt werden müssen, oder weil sie der Abnutzung stärker ausgesetzt sind), zu wiederholten Malen. Das Quickwasser hat den doppelten Nutzen, daß es einerseits die messingene Kratzbürste (deren Material zersetzend auf die salpetersäure Quecksilberlösung wirkt) oberflächlich mit Quecksilber überzieht, hierdurch aber die Anhängung des Goldamalgams an derselben befördert; und daß es andererseits auch der Oberfläche des Bronze-Gegenstandes mitgetheilt wird, diese gleichfalls amalgamirt (anquickt, verquickt), folglich hier ebenso das Haften des Goldamalgams erleichtert. Man bereitet es am besten durch Uebergießen von 5 Loth Quecksilber mit 5½ Loth reiner Salpetersäure von 36° Baumé, und bedient sich dazu eines gläsernen Kolbens, den man ohne Erwärmung unter einen gut ziehenden Schornstein hinsetzt, bis die Auflösung erfolgt ist, worauf man die Flüssigkeit mit 8 Pfund 19 Loth reinen Regenwassers oder destillirten Wassers vermischt. (Reine mit Wasser verdünnte Salpetersäure leistet, indem sie aus dem Goldamalgame selbst etwas Quecksilber auflöset, gleich gute Dienste, wie das vorstehend beschriebene Quickwasser, ist aber durchaus verwerflich, weil sie unter den Athemzügen des Arbeiters beständig die so gesundheitschädlichen salpetrigsauren Dämpfe entwickelt).

Zum Anquicken solcher Bronze- oder Messingsachen, welche mit Eisen- oder Stahltheilen in Verbindung sind (z. B. der auf ihren Achsen befestigten Uhrräder) kann das gewöhnliche Quickwasser nicht gut gebraucht werden, indem es vermöge seiner freien Säure das Eisen angreift und rostig macht. Folgende von Plantamour angegebene Flüssigkeit entspricht dem Zwecke vollkommen, da sie Messing, Tomback ꝛc. amalgamirt, hingegen Stahl und Eisen weder in der Kälte noch in der Wärme verändert. Man löset eine kleine Menge Quecksilber in so viel Salpetersäure auf, daß Letztere im Ueberschuß vorhanden ist; dann fügt man so viel Ammoniak hinzu als zur Wiederauflösung des Anfangs entstehenden Niederschlages erfordert wird. Einen etwa sich durch Ammoniak nicht auflösenden Theil löset man mittelst eines kleinen Zusatzes von Salpetersäure, worauf wieder mit Ammoniak übersättigt wird. Um die Räder mittelst dieser Auflösung anzuquicken, braucht man keine Vorsichtsmaßregeln anzuwenden; man kann sie mehrere Minuten ganz darin untertauchen, ohne daß die stählernen Achsen und Getriebe den mindesten Schaden leiden: das Messing wird von dem überflüssigen Ammoniak schnell gereinigt und überzieht sich mit einer dünnen Lage Quecksilber. Das Goldamalgam wird auf die so vorbereiteten Stücke aufgetragen, ohne daß man diese vorher abtrocknet.

Es kommen zuweilen Abweichungen von der beschriebenen Art, das Amalgam aufzutragen, vor. So bedient man sich, um ganz kleine Gegenstände mit Amalgam zu versehen, statt der Kratzbürste eines am Ende plattgeschlagenen Messingdrahtes. Bei Anfertigung sehr leichter Vergoldungen auf kleinen Artikeln, wozu ein sehr goldarmes, daher nicht teigartiges, sondern flüssiges Amalgam (oder das beim Auspressen des Amalgams abgeflossene goldhaltige Quecksilber) gebraucht wird, bringt man dieses nebst den Waaren in eine hölzerne oder irdene Schale, welcher man mit der Hand eine Bewegung solcher Art ertheilt, daß die einzelnen Stücke hüpfen und sich wenden; doch sind Gegenstände mit scharfen Kanten, die also beim Schütteln einander kratzen oder schaben können, nicht zweckmäßig auf diese Weise zu behandeln. Ein anderes sehr ähnliches Verfahren besteht darin, eine Anzahl kleiner Gegenstände mit etwas Amalgam in

einen Filzbeutel zu geben und darin mit einem Borstenpinsel umzurühren. In diesen Fällen werden die Stücke, um das Amalgam gut anzunehmen, vorläufig mit einer dünnen Quecksilberhaut mittelst einer besonderen Operation überzogen (angequickt), indem man sie nebst Quickwasser in eine Schale gibt und mit einem großen Pinsel rührt bis sie ganz weiß erscheinen.

Die nach einer oder der anderen Methode mit Amalgam versehenen Gegenstände werden (um das aus dem Quickwasser durch das Kupfer der Bronze entstandene salpetersaure Kupferoxyd zu entfernen) mit reinem Wasser gut abgespült, worauf man sie trocken werden läßt; und man schreitet dann zum Abrauchen, d. h. zur Verflüchtigung des Quecksilbers durch Erhitzung. Ist diese eine Lage der Vergoldung nicht hinreichend, so spült man das Stück von Neuem, trägt abermals Amalgam auf (wobei jedoch das Quickwasser durch einen kleinen Zusatz von reiner Salpetersäure geschärft werden muß); spült wieder und wiederholt das Abrauchen. Auf diese Weise, nöthigenfalls durch eine dritte Auftragung und Abrauchung, entstehen diejenigen Gegenstände, welche man doppelt und dreifach vergoldet nennt.

Das Auftragen des Amalgams wird durch die beständige Berührung der Hände mit Quecksilber eine der Gesundheit sehr gefährliche Operation. Die nachtheiligen Folgen dieser Beschäftigung können nur dadurch beseitigt oder wesentlich gemildert werden, daß die Arbeiter sich gewöhnen, nie anders als mit Handschuhen von Goldschlägerhaut oder Wachstaffet, an welchen äußersten Falls die Spitzen der Finger abgeschnitten werden können, zu operiren und jedes Mal beim Verlassen der Werkstätte, häuptsächlich vor dem Essen, Mund, Gesicht und Hände sorgfältig zu waschen. Die Hände müssen zuerst mit lauwarmen Wasser und dann mit Seifenwasser abgewaschen werden, um alle Spuren des Quickwassers und des Amalgams zu entfernen; aus dem gesammelten Bodensatze des Waschzubers ist nach längerer Zeit eine nicht ganz geringe Menge Gold zu gewinnen. Der Vergolder soll sich endlich eines nüchternen Lebens befleißen und seine Mahlzeiten nie in der Werkstätte halten.

Um das Abrauchen zu verrichten, legt der Vergolder das Arbeitsstück — von kleinen Gegenständen mehrere zugleich —

auf einen Rost von Eisendraht über glühenden Holzkohlen in einem niedrigen, oben ganz unverschlossenen Ofen von Eisenblech; läßt es allmälig heiß werden; nimmt es mit einer langschenkligen Zange heraus und legt es in die mit einem dick gepolsterten ledernen Handschuhe bekleidete linke Hand; reibt und stößt es auf allen Seiten mit einer Bürste von langen Borsten, um das Amalgam gleichmäßig zu vertheilen; bringt es wieder auf das Feuer, und erhitzt es langsam bis zur gänzlichen Verflüchtigung des Quecksilbers, wobei der Eintritt des richtigen Hitzegrades durch das Zischen eines auf den Gegenstand geworfenen Wassertropfens erkannt wird. Zu rasche Erhitzung muß vermieden werden, weil sie das Amalgam zu flüssig macht und es der Gefahr aussetzt, mehr als unvermeidlich durch die Bürste abgerieben zu werden. An Stellen, wo zu wenig Amalgam sitzt, wird nachträglich etwas davon aufgetragen, um sie auszubessern. Von ganz kleinen Artikeln, wie Knöpfen u. dgl., raucht man eine größere Anzahl zugleich in einer flachen eisernen Pfanne ab, die man oftmals umschüttelt, damit alle Stücke gleichen Hitzegrad bekommen.

(Sehr kleine Gegenstände z. B. Taschenuhrbestandtheile, können auf einem Eisenbleche liegend über der Flamme einer Spirituslampe abgeraucht werden. Bei den Rädern nimmt man eine kleine Trommel von Eisenblech zu Hülfe, deren oberer Boden mit einer Oeffnung versehen ist, in welche man das Getriebe steckt. So kann das Rad gehörig heiß gemacht werden, ohne daß das Getrieb einen für seine Härte nachtheiligen Grad von Hitze erhält; die Lampenflamme erhitzt direkt den unteren Boden der Trommel, von dem die Wärme auf den obern fortgeleitet wird, und das Getrieb befindet sich in der Höhlung zwischen beiden Böden. Mittelst einer scharfen Bürste ertheilt man der Vergoldung das beliebte Korn, und nach dem Abbürsten mit Seifenwasser ist das vergoldete Stück fertig, während die Stahlbestandtheile so glänzend und rein erscheinen wie sie vor dem Vergolden waren.)

Das Geschäft des Abrauchens ist das Allerschädlichste für den Vergolder, da die Einathmung von Quecksilberdämpfen hierbei schwer ganz vermieden werden kann, und bei dem leider oft

sehr großen Leichtsinne der Arbeiter gewöhnlich in so bedeutendem Maße Statt findet, daß daraus hartnäckiges Zittern aller Gliedmassen, schmerzhafte Koliken und andere selbst lebensgefährliche Vergiftungserscheinungen entstehen. Nebenbei ist zu erwähnen, daß sogar durch den dicken gepolsterten Handschuh, womit die linke Hand beim Darauflegen und Bürsten der heißen Metallstücke geschützt ist (s. oben), nach und nach Quecksilberkügelchen bis auf die Hand durchdringen, wenn man ihn nicht mit Wachstaffet füttert. Am wichtigsten aber ist die schnelle und vollkommene Abführung der Quecksilberdämpfe aus dem Bereiche des Luftkreises, in welchem der Arbeiter athmet. Diese wird durch das sehr übliche Verfahren, das Abrauchen an einem offenen mit natürlichem Luftzug versehenen Platze vorzunehmen, keineswegs genügend erreicht, denn der Luftwechsel ist hier oft nicht hinlänglich stark und stetig, führt auch die Dämpfe mehr zur Seite als aufwärts, treibt sie folglich anderen bewohnten Stellen zu. Als das Beste ist zu empfehlen, daß man das Abrauchen unter dem weiten und niedrigen Mantel eines Schornsteines vornehme, in welchem durch das auf gehörige Höhe hineingeleitete Rauchrohr eines stets geheitzten kleinen Ofens ein sehr lebhafter künstlicher Zug unterhalten wird. Verschiedene Anordnungen dieser Art findet man in den oben citirten Werke von D'Arcet abgebildet.

Nach vollendeter Wegtreibung des Quecksilbers spült man die Gegenstände in Wasser, reibt sie mit einer messingenen Kratzbürste (welche gröber ist, als jene zum Auftragen des Amalgams) in einem Gemisch von Essig und Wasser ab, spült sie wieder mit reinem Wasser und trocknet sie in Sägespänen.

Vergoldete Arbeiten, welche auf ihrer ganzen Oberfläche Glanz bekommen sollen, erhitzt man hiernach auf dem Roste von Neuem, um etwa noch vorhandene Quecksilbertheilchen zu verflüchtigen, bis sie die schönste Goldfarbe angenommen haben; taucht sie, noch etwas warm, in durch Schwefelsäure schwach gesäuertes Wasser, spült sie, wischt sie trocken ab, polirt sie mittelst eines Blutsteins, den man in durch Essig angesäuertes Wasser taucht, wäscht sie wieder in reinem Wasser und trocknet sie an reiner weicher Leinwand, zuletzt aber auf einem Roste über schwachem Kohlenfeuer. — Gegenstände, welche ganz matt blei-

ben müssen, werden nach dem Abrauchen dem Mattiren unterworfen, wovon sogleich näher die Rede sein wird. Solche, die theilweise matt und theilweise glänzend werden sollen, behandelt man auf gleiche Weise, nur mit dem Unterschiede, daß vor dem Mattiren die zu mattirenden Stellen mit einem Brei aus geschlämmter Kreide, Zucker und Gummiwasser gedeckt, die Stücke wieder getrocknet, dann bis zum Braunwerden des Ueberzuges und Hervorkommen der schönsten Goldfarbe auf den unbedeckten Theilen erhitzt werden. Man nennt dieses Verfahren, die Einwirkung der Mattfarbe auf jene Stellen, welche nachher polirt werden, zu verhindern, das Aussparen.

Das Mattiren (Ins-Matt-Setzen) oder Färben ist eine Operation, welche mit dem Färben der Goldwaaren (Bd. VII., S. 153) große Aehnlichkeit hat, und deren Zweck darin besteht, durch Auflösung einer kleinen Menge Gold (also durch eine dem Mattätzen zu vergleichende Wirkung) der Vergoldung ein gleichförmiges mattes, hoch goldgelbes Ansehen zu ertheilen. Man gebraucht hiezu die Mattfarbe, ein Gemenge von 8 Theilen Salpeter, 7 Theilen Kochsalz und 5 Theilen Alaun, welches man in einem zwischen Kohlenfeuer gestellten Schmelztiegel oder unglasirtem irdenen Topfe mit sehr geringem (oder auch gänzlich ohne) Wasserzusatz zu Brei zergehen läßt, und auf die vergoldeten Gegenstände aufträgt. Wenn Letztere einige später zu polirende Stellen enthalten, so sind diese auf schon beschriebene Weise gedeckt oder ausgespart. Man bringt nun die Stücke an einem eisernem Drahte hängend, über Kohlenfeuer bis die salzige Kruste gleichmäßig, beinahe durchscheinend geschmolzen ist; und taucht sie dann schnell in ein mit kaltem Wasser gefülltes Faß (Mattirtonne), wodurch sowohl die Salzmasse als die Aussparung sich ablöset. Zur vollständigen Reinigung zieht man sie endlich noch durch sehr verdünnte Salpetersäure, spült sie sorgfältig in reinem Wasser, und trocknet sie mit feiner Leinwand oder durch gelindes Erwärmen. Wenn das Matt fleckig erscheint, so kann oft geholfen werden, indem man die Stücke von Neuem erhitzt, die schlecht gefärbten Stellen allein wieder mit Farbebrei bedeckt, diesen einschmezlt und den Gegenstand abermals in kaltem Wasser ablöscht. Das Mattiren sollte nie anders als unter

dem Mantel eines gut ziehenden Schornsteines vorgenommen werden. Die in der Mattirtonne sich ansammelnden Bodensätze enthalten etwas Gold, welches man eben so wieder zu gewinnen trachtet, wie die Goldtheile aus dem Kehricht und Wasser vom Fegen und Abwaschen des Tisches, wo das Amalgam auf die Waare aufgetragen wird, aus der Asche des Abrauchofens und des Mattirofens, aus dem Bodensatze des zum Kratzen der vergoldeten Gegenstände angewandten Wassergefäßes, aus den alten Kratzbürsten, dem Fußbodenkehricht, den abgenutzten leinenen Wischlappen, selbst dem Ruße der Schornsteine. Aus mehreren dieser Abgänge kann ein nicht unbeträchtlicher Antheil Quecksilber hergestellt werden. Nähere Anweisungen vom Zugutemachen der Abfälle vom Vergolden enthält das Werk von D'Arcet, und zum Theil findet hier Anwendung was im VII. Bande, S. 154—155, 166—170 mitgetheilt worden ist. Trotz aller dieser Mittel gelingt es indessen dem Vergolder doch niemals, ganz ohne wirklichen Goldverlust zu arbeiten, ja dieser so zu sagen gänzlich verschwindende Antheil des edlen Metalles ist nicht unbeträchtlich, da nach Schätzung eines erfahrenen Praktikers anzunehmen sein soll, daß von 100 Theilen Gold, welche im Amalgam zum Vergolden angewendet werden, etwa 74 Theile auf der Waare bleiben, 22 Theile aus den Abfällen wieder gewonnen werden können und 4 Theile verloren gehen.

Zum Färben der ganz aus Gold verfertigten Arbeiten ist neuerlich ein Verfahren in Gebrauch gekommen, welches hier nachträglich zum Artikel Goldarbeiten (Band VII.) um so mehr mitgetheilt wird, als es auch zum Mattiren mancher vergoldeter Waaren sich eignet. Man nimmt 8 Loth über Feuer abgeknistertes Kochsalz und 16 Loth Salpeter, reibt sie trocken gut zusammen, läßt das Gemenge in einem irdenen Topfe mit ein wenig Wasser kochen, und rührt so lange bis es zu einem trockenen Pulver geworden ist; dann gießt man 12 Loth rauchende Salzsäure hinzu, läßt bis zu völliger Auflösung und sehr merklicher Entwickelung von Chlorgas sieden; bringt nun die an einem Drahte hängende Waare hinein und bewegt sie fleißig herum, indem man sie nur zuweilen auf einen Augenblick hebt, um das Hervorkommen der hochgelben matten Goldfarbe zu beobachten.

Nach wenigen Minuten, während die Flüssigkeit stetig kocht und Chlorgas nebst salpetrigsaurem Dampf ausstößt, ist das Geschäft vollendet: man spült die Gegenstände so rasch als möglich in zwei Gefäßen mit kochendem Wasser, unmittelbar hernach in einer großen Menge kalten Wassers, und taucht sie endlich noch ein Mal in reines kochendes Wasser, damit sie beim Herausziehen schnell von selbst abtrocknen. Wasser während des Verweilens der Waare in der Farbe zuzusetzen, muß thunlichst vermieden werden, ist aber nöthig, wenn die Masse durch das Einkochen zu steif wird; das zugefügte Wasser muß jedenfalls kochend sein. Die gebrauchte Farbe kann nicht ein zweites Mal angewendet werden, wird aber wegen ihres Goldgehaltes aufbewahrt. Schwache Vergoldungen werden bei dieser Art des Färbens zu stark angegriffen, auch hält die Kreidedecke an den mit Aussparungen versehenen Stücken in der kochenden Flüssigkeit nicht Stand: dieß schränkt die Brauchbarkeit der Methode für den Vergolder sehr ein; sie hat dagegen den Vorzug, daß beim Einhängen in die flüssige Farbe mehrere Stücke mit einander gefärbt werden können, während beim Erhitzen der mit Farbbrei bedeckten Gegenstände über Kohlenfeuer jedes, auch das kleinste Stück einzeln vorgenommen werden muß, um nicht durch Theilung der Aufmerksamkeit das Resultat zu gefährden.

Statt der eben beschriebenen gewöhnlichen gelben Farbe gibt man öfters der Vergoldung die orangengelbe Farbe des Muschelgoldes oder eine röthliche Farbe, welche jener des mit Kupfer legirten oder des gewöhnlichen (Kupfer und Silber enthaltenden) 18karatigen Goldes ähnlich ist.

Zur Farbe des Muschelgoldes (or moulu) wird die vergoldete Waare weniger mit der Kratzbürste gekratzt als gewöhnlich; dann erhitzt man sie stark; läßt sie wieder ein wenig abkühlen; streicht mittelst eines Pinsels auf die Stellen, welche matt und in der erwähnten Weise gefärbt werden sollen, ein Gemenge von fein gepulvertem Blutstein (oder Kolkothar), Alaun, Kochsalz und Essig; erhitzt das Stück auf glühenden Kohlen bis dieser Ueberzug sich zu schwärzen anfängt und ein aufgespritzter Wassertropfen zischend verdampft; taucht es in kaltes Wasser; bestreicht es mit Essig oder sehr verdünnter Salpetersäure; spült es in reinem Wasser ab und trocknet es durch gelinde Erwärmung.

Um die **rothe Vergoldung** zu erzeugen, dient eine Behandlung, welche man das **Glühwachsen** nennt. Man hängt den, wie gewöhnlich vergoldeten, vom Abrauchen des Quecksilbers noch heißen Gegenstand an einen Eisendraht, taucht ihn in geschmolzenes **Glühwachs** oder reibt ihn, falls er größer ist, mit einer Stange Glühwachs, und läßt dieses über einem angefachten Holzkohlenfeuer abbrennen, wobei dessen Entzündung dadurch befördert wird, daß man auch einige Tropfen Glühwachs auf die Kohlen wirft, um eine Flamme zu erzeugen. Man dreht das Stück hin und her, damit die Flamme überall lebhaft einwirken kann. Nach dem Erlöschen taucht man den Gegenstand in Wasser, kratzt ihn mit der Kratzbürste und Essig, spült in reinem Wasser, polirt mit dem Blutsteine, spült wieder, wischt mit feiner Leinwand ab und trocknet vollends über einem schwachen Kohlenfeuer.

Wenn man nach dem Glühwachsen und darauf folgenden Abkratzen bemerkt, daß die Farbe nicht schön oder nicht ganz gleichförmig ist; so bestreicht man die Oberfläche mit in Wasser oder Essig zerrührtem Grünspan; läßt den Anstrich auf mäßigem Feuer trocknen; kratzt mit Essig (statt dessen sehr verdünnte Salpetersäure genommen wird, falls die Farbe schwärzlich ist), und wäscht in Wasser.

Das **Glühwachs** ist weißes oder gelbes Wachs, welches man im geschmolzenen Zustande mit verschiedenen fein gepulverten Zuthaten zusammengerührt, dann in Stangen geformt hat. Seine Bereitung ist unzweifelhaft auf dem Wege der Empirie erfunden worden und bei der Unklarheit, welche über seine Wirkungsart herrscht, kann kaum entschieden werden, welche Zusammensetzung die beste, oder bis wie weit das Gemisch etwa zu vereinfachen sei. Es mögen deshalb mehrere Rezepte ohne Rangordnung hier folgen:

1. 32 Theile gelbes Wachs, 3 Theile rother Bolus, 2 Theile Grünspan, 2 Theile Alaun;

2. 32 Th. gelbes Wachs, 12 Th. rother Ocher, 12 Th. Grünspan, 4 Th. gebrannter Borax;

3. 32 Th. gelbes Wachs, 24 Th. Röthel, 4 Th. Grünspan, 4 Th. Kupferasche, 4 Th. gebrannter Alaun;

4. 32 Th. gelbes Wachs, 18 Th. Röthel, 18 Th. Grünspan, 6 Th. Kupferasche, 2 Th. gebrannter Borax;

5. 96 Th. gelbes Wachs, 48 Th. Röthel, 2 Th. Kolkothar, 32 Th. Grünspan, 20 Th. Kupferasche, 32 Th. Zinkvitriol, 16 Th. Eisenvitriol, 1 Th. Borax;

6. 36 Th. weißes Wachs, 18 Th. Röthel, 18 Th. Grünspan, 8 Th. Kupferasche, 18 Th. Zinkvitriol, 6 Th. Eisenvitriol, 3 Th. Borax.

Nach diesen Vorschriften entsteht ein Gemisch von rothbrauner Farbe, das so genannte rothe Glühwachs; zu dem weniger gebräuchlichen gelben Glühwachs (welches der Vergoldung eine höhere gelbe Farbe ertheilt) nimmt man statt der rothfärbenden Substanzen (Röthel, rother Ocher, Kolkothar, Bolus) eine entsprechende Menge gelben Ochers; z. B. 32 Th. gelbes Wachs, 32 Th. gelben Ocher, 8 Th. Zinkvitriol, 5 Th. gebrannten Borax.

Der im rothen Glühwachs durchgehends vorhandene Grünspan muß wohl als ein ganz wesentlicher Bestandtheil betrachtet werden und es ist anzunehmen, daß aus demselben durch das Zink der vergoldeten Bronze eine kleine Menge Kupfer abgeschieden wird, welche sich mit der Vergoldung legirt und sie röthlich färbt. Daneben mag aus der Kupferasche vermittelst des verbrennenden Wachses gleichfalls ein wenig Kupfer reduzirt werden; denn wenn gleich die beim Glühwachsen statt findende Hitze nicht so groß ist als die unter gewöhnlichen Umständen zur Desoxydation des Kupferoxyds nöthige, so wäre es doch möglich, daß die Herstellung des metallischen Kupfers durch die Anziehung des Goldes zu demselben erleichtert würde. Andererseits dienen die übrigen Zusätze wohl meistentheils nur zur Vermehrung der Masse, gleichsam zur Verdünnung oder Zertheilung der wirksamen Stoffe, wenn nicht etwa die rothen Pulver theilweise auch in der Art einen Einfluß haben, daß sich Spuren davon mechanisch in den Poren der vergoldeten Oberfläche festsetzen und die Farbe derselben verstärken helfen.

Grüne Vergoldung (von messinggelber, besonders neben der reinen Goldfarbe und der rothen Vergoldung durch Kontrast grünlich erscheinender Farbe) wird mittelst eines Amal-

gams hervorgebracht, wozu man mit Silber legirtes Gold (2 bis 3 Theile Gold gegen 1 Theil Silber) anwendet. Um die Farbe dieser Vergoldung zu erhöhen, bedient man sich eines Gemenges aus 17 Theilen Salpeter, 14 Theilen Salmiak und 9 Theilen Grünspan, welches mit Wasser angemacht als Brei aufgetragen wird, worauf man ferner eben so verfährt, wie bei der Farbe des Muschelgoldes (s. oben). —

Bei der Feuervergoldung überhaupt werden, je nach deren größerer oder geringerer Stärke, auf 1 Wiener Quadrat-Fuß Bronze-Oberfläche, 420 bis 2600 Milligramm Gold — d. h. 5.76 bis 35.64 Gran oder nahe $^1/_{42}$ bis fast $^1/_7$ Loth Wiener Gewicht — befestigt, wonach man die Dicke der Goldlage auf $^1/_{119000}$ bis $^1/_{20000}$ Zoll schätzen kann.

Von alter vergoldeter Bronze oder von Stücken, welche während des Vergoldens verdorben werden, ist das Gold durch verschiedene Verfahrungsarten zu gewinnen, welche man im Allgemeinen das Absprengen des Goldes nennt. Eine gewöhnliche Methode ist folgende: Man vermengt 1 bis 12 Theile Schwefel (so bedeutend weichen die Rezepte von einander ab!) mit 2 Theilen Salmiak und öfters auch mit etwas Borax oder Salpeter, reibt das Gemenge zu feinem Pulver, macht es mit Wasser oder Essig zu Brei; trägt diesen durch wiederholte Anstriche etwa 1 Linie dick auf die vergoldete Waare, läßt das Stück schwach rothglühen, löscht es in mit Schwefelsäure angesäuertem Wasser ab, worin es dann einige Stunden liegen bleibt; kratzt und reibt endlich die schuppige und schieferige Kruste, welche hauptsächlich aus mit Gold vermengtem Schwefelkupfer besteht, sorgfältig ab, und sammelt das Abfallende in einer Schüssel mit Wasser. Durch Schmelzen mit Salpeter und Borax in einem Tiegel, oder durch Abtreiben mit Blei wird daraus das Gold gewonnen.

Da bei dem vorstehenden Verfahren viel Schwefel nutzlos wegbrennt, so empfiehlt D'Arcet, die Bronze ohne Ueberzug rothglühend zu machen, dann erst Schwefelpulver aufzustreuen, nach dessen Verbrennung die Glühhitze wieder zu verstärken, abermals Schwefel darauf zu geben, und so fortzufahren bis eine genügend dicke Schicht mit Schwefel sich verbunden hat, die man endlich nach der zuvor beschriebenen Weise absondert.

Nach einer anderen Vorschrift von D'Arcet kann man die vergoldete Bronze einfach auf Kohlenfeuer, unter gutem Luftzutritt, so lange im Glühen erhalten, bis sich eine etwas dicke Oxydschicht gebildet hat; dann einige Stunden lang in verdünnte Schwefelsäure legen, wobei sich eine das Gold enthaltende regelmäßige Schicht ablöset. Endlich kratzt man die Oberfläche mit einer Kratzbürste in Wasser, und gibt den hier noch entstehenden Abfall zu dem ersten. Nöthigenfalls wäre das Glühen und Abbeizen zu wiederholen. So behandelte Gegenstände sind oft noch recht gut geeignet, wieder abgedreht oder durch Ciseliren hergestellt und gebraucht zu werden. Das abgesonderte Gemenge von Kupferoxyd und Gold wird mit Salpeter und Borax geschmolzen oder mit Blei abgetrieben.

Ein kostspieligeres, aber die Arbeitsstücke am meisten schonendes Verfahren besteht darin, den Gegenstand in Quickwasser (salpetersaure Quecksilberauflösung) einzutauchen, bis er von niedergeschlagenem Quecksilber ganz weiß ist; das nun auf der Oberfläche sitzende Amalgam abzuschaben und zu glühen, wobei kupferhaltiges Gold zurückbleibt.

b) Feuervergoldung auf Messing, Kupfer und Silber. — Beim Vergolden des gewöhnlichen Messings und Kupfers verfährt man ganz auf dieselbe Weise wie im Vorstehenden rücksichtlich der Bronze angegeben ist. Kupfer erfordert jedoch bedeutend mehr Gold als die Bronze, nimmt auch weniger leicht das Amalgam an. Das Verfahren der Silbervergoldung weicht nur in sofern von jenem der Bronzevergoldung ab, als auf Silberwaaren von mehr als 12 Loth Feingehalt beim Auftragen des Amalgams die Anwendung des Quickwassers wegfällt, weil das Silber einerseits ohnehin leicht genug das Amalgam annimmt, andererseits aus der salpetersauren Quecksilberlösung nicht das Quecksilber abzuscheiden vermag. Sind dagegen geringhaltige silberne Gegenstände (von 12 Loth oder weniger als 12 Loth Feingehalt) zu vergolden — was allerdings selten vorkommen dürfte; — so bedient man sich wie für Bronze des Quickwassers, welches durch das reichlich im Silber vorhandene Kupfer zersetzt wird, eine vorbereitende Amalgamirung erzeugt und so die Anhaftung des Goldamalgams befördert. Soll die

Vergoldung auf Silber matt bleiben, so mattirt oder färbt man sie durch einen Brei aus 8 Theilen Salmiak, 2 Theilen Salpeter, 2 Theilen krystallisirtem Grünspan, 2 Theilen Eisenvitriol, 1 Theil Kupfervitriol, der nöthigen Menge Essig und einem kleinen Antheile Salpetersäure, welchen man gleichmäßig aufträgt und über Kohlenfeuer trocken und braun werden läßt; wornach man das Stück in Wasser ablöscht und rein spült. Wünscht man im Gegentheil die Vergoldung zu poliren, so erhöht man ihre Farbe durch Abbrennen mit Glühwachs nach oben beschriebener Weise; das Poliren geschieht sodann mittelst des Blutsteines.

Daß Messing, Kupfer und Silber vor dem Vergolden auf das Sorgfältigste gereinigt und blank gemacht sein müssen, bedarf kaum der Erinnerung. Messing wird gelb gebrannt, wie Bronze; Kupfer abgeschabt oder mittelst verdünnter Schwefelsäure abgebeizt; Silber mit sehr schwacher Salpetersäure gesotten. Auf der vergoldeten Silberwaare (welche gewöhnlich unter dem Namen Vermeil vorkommt) hat die Feuervergoldung immer eine Farbe von ziemlich geringem Feuer, weshalb man nicht selten durch eine darüber gesetzte kalte Vergoldung nachhilft (s. unten). Von altem vergoldeten Messing und Kupfer ist das Gold durch Glühen mit Schwefel abzusprengen, wie oben bei der Bronzevergoldung näher erklärt wurde; vergoldetes Silberzeug behandelt man aber anders, indem man es mit Königswasser übergießt, wodurch eine Goldauflösung mit einem Bodensatze von Chlorsilber entsteht: aus Ersterer kann das Gold durch Eisenvitriolauflösung als metallisches Pulver niedergeschlagen werden; das Chlorsilber reduzirt man durch eine der bekannten Verfahrungsarten zu Metall (Bd. XV. S. 159.)

Die Feuervergoldung auf Eisen und Stahl (welche in der Unfähigkeit des Eisens, direkt Quecksilber oder Amalgam anzunehmen, ein großes Hinderniß findet) hat keine praktische Bedeutung; auch sind die dazu angegebenen auf Umwege gestützten Methoden theils weitläufig, theils im Resultate unsicher.

2) Vergoldung auf nassem Wege, d. h. mittelst Goldauflösungen. — Unter Beiseitelassung einiger älterer, jetzt ganz aus dem praktischen Gebrauch verschwundener Methoden, sind hier zu beschreiben: der sogenannte Goldsud, die Franken-

stein'sche Kontaktvergoldung und die galvanische Vergoldung, von welchen Letztgenannte sich gegenwärtig schon dermaßen des Feldes bemächtigt hat, daß durch sie die übrigen Arten der nassen Vergoldung nebst der Feuervergoldung größtentheils verdrängt sind.

a) Goldsud (nach dem von dem Engländer Elkington 1836 erfundenen Verfahren). — Man bereitet Königswasser durch Zusammenmischen von 8 Loth Salpetersäure (spezif. Gewicht 1.45), 7 Loth Salzsäure (spezif. Gewicht 1.15) und 6 Loth Wasser — oder 14 Loth Salpetersäure von 1.39, 6 Loth Salzsäure von 1.17 und 1 Loth Wasser — und löset darin durch Kochen 2 Loth feines Gold auf, bis keine rothen Dämpfe mehr sich entwickeln; vermischt diese Flüssigkeit langsam und vorsichtig (wegen durch Kohlensäure-Entwickelung eintretenden Aufbrausens) mit 2 Pfund doppelt kohlensaurem Kali, in 4 Pfund destillirten Wassers aufgelöst; läßt die Mischung, welche grünlich erscheint, in einem Gefäße von Porzellan, Steinzeug oder emaillirtem Gußeisen kochen und hängt die gehörig gelb gebrannten Tomback-Gegenstände an blanken Kupferdrähten befestigt 15 Sekunden bis 1 Minute (bei schon oft gebrauchter Flüssigkeit oder bedeutender Größe der Stücke auch länger) hinein. Herausgezogen, werden dieselben sogleich in reinem Wasser gespült und in Sägespänen abgetrocknet. Sie erscheinen nun schön vergoldet und können erforderlichen Falls mittelst eines Blutsteines oder eines Polirstahls theilweise oder ganz polirt werden. Hatte man sie schon vorher polirt, so erscheinen sie auch nach der Vergoldung mit Glanz. Legt man die vergoldeten Stücke in sehr verdünnte salpetersaure Quecksilberauflösung (Quickwasser) bis sie weiß geworden sind, und erhitzt sie dann vorsichtig zur Wegtreibung des nun daran hängenden Quecksilbers, so entsteht eine hellgelbe matte Oberfläche, welche sich mittelst der gewöhnlichen Mattfarbe der Feuervergolder (aus Salpeter, Kochsalz und Alaun) hochgelb färben läßt, wobei indessen die Einwirkung nicht zu lange dauern darf, weil sonst der nur schwache Goldüberzug durch die Farbe gänzlich weggenommen wird.

Der Vergoldungsflüssigkeit muß in dem Maße, wie sie während des Gebrauches einkocht, destillirtes Wasser zugesetzt werden; denn bei zu großer Konzentration derselben scheidet sich ein

braunes, den Gegenständen anhängendes Pulver ab, und die schlecht aussehende Vergoldung ist dann auch leicht gänzlich wegzureiben. Bisweilen muß durch einen kleinen Zusatz von Salzsäure das Alkali mehr abgestumpft werden. Wenn die Flüssigkeit an Gold ziemlich erschöpft ist, verstärkt man sie wieder durch Zusatz von etwas Goldauflösung; zuletzt muß man sie mit Salzsäure so weit verschärfen, daß eingetauchtes Lackmuspapier roth wird, und durch eine frisch bereitete starke Auflösung von grünem Eisenvitriol das noch vorhandene Gold als braunes Pulver fällen, welches auf einem Papierfilter mit destillirtem Wasser gut ausgewaschen, getrocknet und bei Bereitung neuer Goldauflösung mit verwendet wird. Um den beim fortdauernden Sieden in der Vergoldungsflüssigkeit entstandenen, stark goldhaltigen, braunen Niederschlag zu Gute zu machen, löset man denselben in Königswasser auf, dampft die Auflösung fast bis zur Trockenheit ein, zieht den rothbraunen Rückstand mit destillirtem Wasser aus, und schlägt endlich aus dieser Flüssigkeit das Gold mittelst Eisenvitriol nieder.

Grüne Vergoldung kann dadurch hervorgerufen werden, daß man der zum Gebrauch schon fertigen Vergoldungsflüssigkeit (aber nicht etwa der Goldauflösung vor dem Zumischen des doppelt-kohlensauren Kali) eine angemessene Menge Auflösung von krystallisirten salpetersaurem Silber zusetzt.

Wenn man nach obiger Vorschrift die Vergoldungsflüssigkeit bereitet, so wird vermöge der in der Goldauflösung enthaltenen überschüssigen Säure eine beträchtliche Menge doppelt-kohlensaures Kali nutzlos zersetzt; es ist daher in ökonomischer Beziehung folgendes, freilich mit etwas mehr Arbeit verbundenes Verfahren vorzuziehen: Man löset wie angegeben 2 Loth feines Gold in Königswasser auf, dampft aber dann die Auflösung bei gelinder Wärme ab, bis der trockene Rückstand anfängt röthlich zu werden; löset dieses Goldsalz wieder in 12 Pfund destillirten Wassers auf, fügt 16 Loth doppelt-kohlensaures Kali in kleinen Portionen allmälig hinzu, und verfährt weiter wie oben. Statt doppelt-kohlensauren Kalis kann doppelt-kohlensaures Natron angewendet werden; jedoch bedarf man von diesem einer um die Hälfte größeren Menge.

Nicht nur Tomback und Messing sind mit vorstehendem Gold-

sude schön und ziemlich haltbar zu vergolden, sondern ebenso auch Kupfer, Bronze (mit Zinn legirtes Kupfer), Zink, Zinn und verzinntes Eisenblech. Bei Silber und Argentan (Neusilber) erfolgt die Vergoldung schwieriger; sie gelingt aber ebenfalls, wenn man die aus genannten Metallen verfertigten Gegenstände mit blankem Eisendraht lose umwickelt in die kochende Flüssigkeit bringt. Um Eisen oder Stahl zu vergolden, muß man dieselben vorher überkupfern, indem man sie in eine schwache Kupfervitriolauflösung eintaucht, und sofort, ohne sie abzuwaschen, auf heißem Sande abtrocknen läßt. Ein einfacheres Verfahren zum Vergolden von Stahlsachen besteht darin, daß man 1 Quentchen Chlorgold (Goldsalz) in 1 Pfund destillirten Wassers auflöset, 1 Loth gewöhnliches (einfach-) kohlensaures Natron hinzufügt, und in dieses Gemisch, ohne es zu erwärmen, die Gegenstände eintaucht. Soll ein Stück, z. B. eine Säbelklinge, Schere oder dgl.) nur theilweise vergoldet werden, so überzieht man es mit Schellackfirniß, schabt die zu vergoldenden Stellen heraus, beizt dieselben mit verdünnter Schwefelsäure ab, trocknet sie, verkupfert sie durch Eintauchen in eine sehr schwache Kupfervitriolauflösung, und bringt endlich das Stück in die Goldauflösung.

In allen Fällen muß auf vorläufige Reinigung der zu vergoldenden Stücke die größte Sorgfalt verwendet werden, sei es je nach der Natur des in Frage kommenden Metalles — durch Gelbbrennen, durch Absieden mit Weinstein, durch Sieden oder kaltes Beizen mit verdünnter Schwefelsäure, oder durch andere geeignete Behandlung.

Man kann nach der beschriebenen Methode stets nur leichte (dünne) Vergoldungen zu Stande bringen, welche höchstens so stark sind als die leichteste Feuervergoldung; aber gerade dieser Umstand, verbunden mit der Schnelligkeit des Verfahrens und dessen völliger Gefahrlosigkeit für die Gesundheit der dabei beschäftigten Personen, hat vor dem Bekanntwerden der galvanischen Vergoldung dem Elkington'schen Goldsude ziemlich ausgebreitete Anwendung auf wohlfeile Bronzeartikel (namentlich Schmucksachen u. dgl.) verschafft. Bei eigens in dieser Hinsicht angestellten Versuchen ergab sich, daß die auf 1 Wiener Quadratfuß Tomback Oberfläche abgesetzte Goldmenge nur 273 bis 422

Milligramm (3.74 bis 5.79 W. Gran oder etwa $1/_{64}$ bis fast $1/_{41}$ Loth) betrug, was auf eine Dicke des Goldüberzuges = $1/_{187000}$ bis $1/_{119000}$ W. Zoll schließen läßt. Versucht man durch längeres Verweilen unter der kochenden Flüssigkeit oder durch öfter wiederholtes Eintauchen in dieselbe, den Ueberzug zu verstärken, so verschlechtert sich die Farbe der Vergoldung bedeutend und wird oft sogar fleckig; man muß selbst bei Anfertigung schwacher Vergoldungen das Herausnehmen und Wiedereintauchen der Gegenstände thunlichst vermeiden.

Barral hat indessen gefunden, daß durch ein eigenthümliches Verfahren Metalle beliebig stark mittelst der Elkington'schen Flüssigkeit vergoldet werden können. Mit Silber ist dies z. B. der Fall, wenn der ganz blanke silberne Gegenstand mittelst eines Kupferdrahtes mit einem Stückchen Kupfer verbunden wird, welches man nur geglüht und hierauf in verdünnter Schwefelsäure abgelöscht hat: das Silber vergoldet sich bei dieser Veranstaltung durch längeres Verweilen in der kochenden Flüssigkeit so stark als man will, und auf dem Kupferstücke lagert sich eine starke Schicht metallischen Goldes in Gestalt eines dunklen Pulvers ab. Dasselbe Resultat tritt ein, wenn man das Silber mit einem Zinkdrahte oder mit einem Stückchen Blei in Verbindung bringt. Kupfer, an welchem man einen Zinkdraht angebracht hat, nimmt eben so eine beliebig starke Vergoldung an; desgleichen ein blanker eiserner Gegenstand, den man mit Blei verbindet. Der Erfolg beruht bei allen Gelegenheiten darauf, daß die zwei mit einander in elektrizitätleitender Verbindung stehenden und zugleich in die Flüssigkeit eingetauchten Metalle eine einfache galvanische Kette (ein galvanisches Paar) bilden; das Verfahren reiht sich also der jetzt folgenden Kontakt-Vergoldung an.

b) Kontakt-Vergoldung. Diesen Namen hat der Erfinder, von Frankenstein in Graß (1842) für die Methode gewählt, wobei die Vergoldung in einer goldhaltigen Flüssigkeit unter Vermittelung einer schwachen Elektrizitäts-Erregung, aber ohne eigentlichen Apparat — nämlich nur zufolge Berührung des zu vergoldenden Metalles mit einem Stücke Zink — von Statten geht. Die Vergoldungsflüssigkeit bereitete Fran-

kenstein auf verschiedene Weise: a) 1 Theil Chlorgold, (durch Auflösen reinen Goldes in Königswasser und Abdampfen zur Trockenheit hergestellt), 5 Theile gelbes Cyaneisenkalium (blausaures Eisenkali, Blutlaugensalz) und 5 Theile Kochsalz werden mit 50 Theilen Wasser in einer Porzellanschale einige Zeit gekocht, wodurch eine gelbe Auflösung entsteht, die man nöthigenfalls filtrirt, um sie völlig klar zu erhalten. —

b) Statt des Cyaneisenkaliums kann man einfach kohlensaures Kali anwenden, und die Vergoldung fällt damit noch dunkler (höher in Farbe) aus. — c) 1 Theil Chlorgold, 6 Theile gelbes Cyaneisenkalium, 4 Theile einfach kohlensaures Kali und 6 Theile Kochsalz zusammen in 50 Theilen Wasser aufgelöst, kurze Zeit gekocht, filtrirt. — d) 2 Dukaten werden in 4 Loth Königswasser (aus gleichen Theilen stärkster Salzsäure und Salpetersäure) aufgelöst, die Auflösung fast zur Trockenheit abgedampft, der rothbraune Rückstand in wenig Wasser wieder aufgelöst. Daneben hat man 3 Loth Cyankalium (nicht Cyaneisenkalium) 3 Loth Kochsalz, 2 Loth krystallisirte Soda zusammen in 2 Maß (5 Pfund) Wasser aufgelöst, und gießt nun zu dieser, vorläufig filtrirten Flüssigkeit die vorstehende Goldauflösung: das Gemisch hat anfangs eine gelbliche Farbe, wird aber bald farblos. Diese und die vorigen Flüssigkeiten können, wenn ihnen durch längeren Gebrauch das Gold größtentheils entzogen ist, durch erneuerten Zusatz von Chlorgoldlösung aufgefrischt werden. — e) Elsner fand folgende Zubereitung vortheilhaft: Man löst 1 Dukaten in 3 bis 4 Loth Königswasser auf, dampft in einem Porzellanschälchen ab bis die Flüssigkeit anfängt eine schön dunkel gelbrothe Farbe anzunehmen, nimmt das Schälchen vom Feuer und rührt mit einem Glasstäbchen bis zum Erkalten um; das so erhaltene Chlorgold (Goldsalz) wird in einigen Loth Regenwasser aufgelöset, Alles aus dem Schälchen herausgespült, und die goldgelbe Flüssigkeit durch Papier filtrirt. Auf dem Filter bleibt zuweilen eine kleine Menge metallischen Goldes zurück, welche man aufbewahrt und bei Bereitung einer künftigen Goldauflösung zusetzt. Man löset ferner 8 Loth gelbes Cyaneisenkalium und 1 Loth krystallisirte Soda in 2 Pfund Regenwasser auf, bringt die Auflösung in einer Porzellanschale zum Kochen

und setzt nun die Goldauflösung hinzu. Wenn der hierbei entstehende schmutzig grünlich-braune Niederschlag während des fortgesetzen Kochens eine reine rostbraune Farbe angenommen hat, so läßt man die Flüssigkeit erkalten und filtrirt dieselbe durch weißes Löschpapier; sie ist goldgelb gefärbt und verträgt ohne Schaden eine lange Aufbewahrung in gut verstopften gläsernen Flaschen. Durch öfteren Gebrauch erschöpft, kann sie wieder brauchbar gemacht werden, indem man neuerdings die aus 1 Dukaten bereitete Goldlösung nebst 1 Loth krystallisirter Soda hinzufügt, aufkocht und filtrirt.

Um mit einer der vorstehenden Flüssigkeiten zu vergolden, erhitzt man dieselbe in einem Gefäße von Glas, Porzellan oder emaillirtem Gußeisen mehr oder weniger, selbst bis zum Kochen; legt oder hängt den sorgfältig gereinigten Gegenstand so hinein, daß er überall frei von der Flüssigkeit umgeben ist, und berührt ihn nun mit einem gleichfalls hineingetauchten Stäbchen oder Blechstreifen von Zink. Gewöhnlich nach ein paar Minuten (bei fortwährender Berührung mit dem Zink) ist die Vergoldung geschehen; man nimmt das Stück heraus, spült es in Regenwasser, taucht es einige Minuten lang in kochendes reines Wasser, und läßt es nach dem Herausziehen durch seine eigene Wärme abtrocknen. Die vergoldete Fläche erscheint matt, es kann ihr aber Glanz gegeben werden, indem man sie mit Weinsteinpulver, etwas Wasser und einer Kratzbürste anhaltend bürstet, oder auf gewöhnliche Weise mittelst eines Blutsteins polirt. Auf vorher schon polirten Gegenständen fällt auch ohne Weiteres die Vergoldung glänzend aus. Braune Flecken, welche öfters auf den aus der Flüssigkeit genommenen Stücken sich zeigen, gehen durch Reiben und Bürsten mit Weinsteinpulver und Wasser ab, und lassen die Fläche untadelhaft vergoldet zurück. Man thut gut, den Gegenstand ein oder zwei Mal herauszunehmen, in dieser Weise abzubürsten, und wieder einzuhängen.

Mehrere neben einander in die Flüssigkeit gelegte kleine Stücke kann man zugleich vergolden, wenn sie sich gegenseitig berühren und man nur an eins derselben das Zinkstäbchen hält. Um etwa einen Becher nur inwendig zu vergolden, stellt man ein Paar Zinkstäbchen hinein und füllt ihn dann gänzlich mit der

Flüssigkeit an. An dem Zink bildet sich jedenfalls bald eine immer zunehmende Menge Cyanzink, welches theils das Stäbchen weiß überzieht, theils als weiße Flocken in der Flüssigkeit herumschwimmt. Man muß deshalb öfters den eintauchenden Theil des Stäbchens (und besonders die mit dem zu vergoldenden Metalle in Berührung kommende Stelle) wieder blankfeilen, die Flüssigkeit aber von Zeit zu Zeit filtriren; widrigenfalls geht das Vergolden merklich langsamer von Statten oder kommt gar ins Stocken, und legen sich die Flocken an den Arbeitsgegenstand, dessen Vergoldung dadurch leicht fleckig wird. Die Stärke der abgelagerten Goldschicht wird durch die Dauer der Behandlung und durch die Temperatur bedingt. In letzterer Hinsicht hat Fehling interessante Beobachtungen angestellt, wobei er fand, daß mit derselben Flüssigkeit und in derselben Zeit (1 Minute) auf 50 Quadrat-Centimeter Kupferblechfläche niedergeschlagen wurden:

| | | |
|---|---|---|
| bei 80° R. (kochend) . . | 6 | Milligramm Gold, |
| » 64° » . . . . . . | $3\frac{2}{8}$ | » » |
| » 48° » . . . . . . | $1\frac{1}{4}$ | » » |
| » 32° » . . . . . . | 1 | » » |
| » 12° » . . . . . . | $\frac{1}{2}$ | » » |

Silber, Argentan (Neusilber), Kupfer, Messing und Tombak lassen sich durch das Kontakt-Verfahren schön und haltbar vergolden; auch Eisen und Stahl, besonders wenn man diese vorher in sehr verdünnte Salpetersäure legt und recht rein wieder abreibt. Um auf Silber oder Neusilber eine röthliche Vergoldung zu erzielen, kann man verschiedene Wege einschlagen: entweder berührt man den in der Flüssigkeit liegenden und mit Zink in Berührung gesetzten Gegenstand gleichzeitig mit einem Stücke Kupferdraht; oder man setzt der Vergoldungsflüssigkeit etwas von der Auflösung eines Kupfersalzes (Grünspan, Kupfervitriol) zu; oder man nimmt zur Bereitung der Goldauflösung ein in angemessenem Verhältnisse mit Kupfer legirtes Gold.

Im Allgemeinen empfiehlt sich die Kontakt-Vergoldung, wegen ihrer Einfachheit, für Kleinigkeiten; aber sie scheint keine starken Goldüberzüge zu geben, und die Verunreinigung der

Goldauflösung durch das Zink ist eine wesentliche Unvollkommenheit.

c) Galvanische Vergoldung. — Die Elektrizitäts-Erregung, welche bei der Kontakt-Vergoldung nur in geringem Maße und durch direkte Berührung des zu vergoldenden Metalles mit Zink hervorgebracht wird, findet bei der galvanischen Vergoldung mittelst eines einfacheren oder zusammengesetzteren galvanischen Apparates, oder durch einen magnetischen Rotationsapparat Statt. Obwohl man hiernach drei Unterarten, nämlich das Vergolden durch die einfache konstante galvanische Kette, durch die galvanische Batterie und durch den magnetelektrischen Rotationsapparat zu unterscheiden hat; so sind doch die Grundsätze und Verfahrungsarten für alle diese Fälle übereinstimmend. Die galvanische Vergoldung überhaupt wurde zuerst angeregt von De la Rive in Genf (1840), in größerem Umfange praktisch ausgeführt von Elkington und Ruolz (1841), seitdem ausgebildet und vervollkommnet von vielen Chemikern und Technikern in England, Frankreich, Deutschland u. s. w., so daß eine sehr umfassende Literatur darüber hervorgegangen ist, theils in einer Menge Zeitschriften zerstreut, theils gesammelt in größeren und kleineren selbstständigen Schriften. Unter Letzteren sei hier vorzugsweise das unten angezeigte Werk von Elsner*) genannt, weil es eins der neuesten und durchgehends auf eigene Erfahrungen des Verfassers gestützt ist.

Zur Bereitung der goldhaltigen Flüssigkeit, in und mittelst welcher die galvanische Vergoldung ausgeführt wird, gibt es verschiedene Vorschriften; eine der besten und jedenfalls in vorzüglichem Grade praktisch brauchbar, dabei wohlfeil und leicht auszuführen, ist jene von Elsner, welche bereits oben — bei Gelegenheit der Kontakt-Vergoldung — näher angegeben worden ist, und wonach außer Chlorgold, gewöhnlichem Blutlaugensalz (gelbem Cyaneisenkalium) und kohlensaurem Natron (krystallisirter Soda) keine Materialien weiter erforderlich sind. Die mit dieser Flüssigkeit hervorgebrachte Vergoldung ist von feu-

*) Die galvanische Vergoldung und Versilberung ꝛc. Von Dr. L. Elsner. Zweite vermehrte Auflage. Leipzig, 1851.

riger Goldfarbe. Eine rein hellgelbe Farbe des Goldüberzuges entsteht mittelst der Auflösung von Cyangold in Cyankalium, welche man am leichtesten auf folgende Weise bereitet: 1 Loth Cyankalium (weißes blausaures Kali, welches aus chemischen Fabriken zu beziehen ist) wird in 2 Pfund kalten Wassers in einem Glasgefäße aufgelöst; dann setzt man unter Umrühren mit einem Glasstabe die von 1 Dukaten bereitete Goldauflösung (nach der bereits angegebenen Weise dargestellt) allmälig hinzu. Es entsteht ein gelbbrauner Niederschlag, der sich von selbst wieder auflösen muß; bleibt ein Theil davon ungelöst, so ist ferner Cyankalium in kleinen Portionen beizufügen, bis Alles zu einer fast klaren hellgelben Flüssigkeit geworden ist, die man aufs Feuer setzt, ein Mal aufkochen läßt und nach dem Wiedererkalten filtrirt. Das Cyankalium ist sehr giftig, muß deshalb mit Vorsicht aufbewahrt, auch vom Munde und von offenen Wunden der Hände &c. fern gehalten werden; auch ist zu rathen, daß man Vergoldungen durch die mit Cyankalium bereitete Flüssigkeit behutsam in einem eigenen Zimmer, nicht in Wohn- oder gar Schlafgemächern vornehme, weil bei einem Ueberschusse von Cyankalium Blausäure sich daraus entwickelt, wie durch den Geruch erkannt wird. Röthliche Vergoldung gewinnt man durch eine kupferhaltige Goldflüssigkeit. Man kann zu diesem Ende dem Dukaten bei seiner Auflösung in Königswasser ein Stückchen reines Kupferblech zusetzen, besser aber ist es der fertigen Vergoldungsflüssigkeit eine entsprechende Menge Auflösung von Cyankupfer in Cyankalium beizufügen. Um diese zu erhalten löset man 1 Loth gröblich zerriebenen Kupfervitriol in 12 Loth Wasser auf, und versetzt diese Flüssigkeit mit einer Auflösung von 2½ Loth Cyankalium in 16 Loth kalten Wassers so lange, bis der anfänglich entstehende Niederschlag wieder verschwindet. Vermischt man die mit Cyankalium bereitete Goldflüssigkeit mit einer Cyankalium-Silberlösung in geeignetem Verhältnisse, so erzeugt sie eine grünliche, und wenn außerdem noch etwas von der vorstehenden Cyankalium-Kupferlösung beigefügt wird, eine hellröthlichgelbe Vergoldung. Die Cyankalium-Silberlösung ist zu bereiten, indem man 1 Loth krystallisirtes salpetersaures Silberoxyd in 1 bis 2 Pfund destillirten Wassers auflöset,

und von einer aus 2 Loth Cyankalium mit wenig Wasser bereiteten Auflösung so lange hinzufügt, bis der zuerst erscheinende weiße Niederschlag (Cyansilber) vollständig wieder verschwindet.

Folgende Vorschrift zur Bereitung einer sehr guten Vergoldungsflüssigkeit ist von Ryhiner angegeben worden: Man übergießt 1 Loth Dukatengold mit 7 Loth Salzsäure und erwärmt im Wasserbade, fügt dann nach und nach Salpetersäure hinzu bis die Auflösung des Goldes erfolgt ist, dampft die Lösung in einer Porzellanschale im Wasserbade bis zur Krystallisation ein, löset die Krystallmasse (Goldchlorid) in destillirtem Wasser auf und filtrirt. Hierzu setzt man eine filtrirte Auflösung von kohlensaurem Natron, bis die Flüssigkeit neutral oder schwach alkalisch reagirt; gießt sodann das Ganze in eine wässerige Lösung von reinem Cyankalium, die jedoch nur in solcher Menge genommen wird, daß das Gemisch weißlich trübe bleibt. Man fügt nun noch so lange Cyankaliumlösung unter Umrühren hinzu, bis die Flüssigkeit ziemlich durchsichtig erscheint und nichts Unaufgelöstes darin herumschwimmt. Hierauf läßt man sie in einer Porzellanschale eine halbe Stunde lang kochen, filtrirt nach dem Erkalten und wendet sie so an. Auf 1 Loth Gold sollen vor dem Kochen etwa 6 Pfund Wasser in der Flüssigkeit enthalten sein. —

Nach Stöhrer soll es nützlich sein, vor Aufsetzung legirter (kupfer- oder silberhaltiger) Vergoldungen stets eine dünne Decke von reinem Golde anzubringen, sofern man mit Silber, Neusilber oder Messing arbeitet; dagegen Stahl, Eisen, Zinn und Zink vorläufig dünn zu verkupfern. Für die letztgenannten Metalle ist eine schwache Verkupferung, als Vorbereitung zu galvanischer Vergoldung überhaupt, auch von Anderen vortheilhaft gefunden worden. Das Verfahren beim Verkupfern wird gelegentlich bei der galvanischen Versilberung (im Artikel Versilbern) angeführt werden.

Die galvanische Vergoldung hat, gegenüber der Feuervergoldung, sehr wesentliche Vorzüge: sie ist wohlfeiler (wegen Ersparung des kostspieligen Quecksilbers); geht schneller von Statten; führt keine Gefahr für die Gesundheit mit sich; gewährt die Möglichkeit auch die zartesten Gegenstände und die schmelzbarsten Metalle, welche man nicht dem Feuer aussetzen dürfte, zu ver-

golden; läßt endlich jede beliebige Stärke des Goldüberzuges zu, von dem feinsten (bei Feuervergoldung gar nicht erreichbaren) Anfluge bis zur Dicke einer starken Plattirung. Bei deshalb angestellten Versuchen hat man auf 1 Wiener Quadratfuß Fläche von 176 bis 3776 Milligramme (= 2·41 bis 51·78 W. Gran oder $^1/_{100}$ bis gegen $^1/_4$ Loth) Gold angebracht: die Dicke des Ueberzuges berechnet sich ungefähr — für den ersteren Fall zu $^1/_{288000}$, für den letzteren Fall zu $^1/_{13380}$ W. Zoll. Die galvanischen Goldüberzüge sind dichter als die durch Feuervergoldung erzeugten, und bei richtigem Verfahren eben so haltbar (übereinstimmende Dicke natürlich vorausgesetzt). Behandelt man vergoldete Gegenstände in der Kälte oder bei gelinder Wärme mit verdünnter reiner Salpetersäure, so löset sich das Gold (wenn die Einwirkung nicht zu heftig gewesen ist) immer in Gestalt kleiner Blättchen von dem Silber, Kupfer, Tombak ꝛc. ab; diese Blättchen erscheinen bei Betrachtung unter der Loupe auf beiden Seiten goldgelb, wenn die Vergoldung eine galvanische (oder sonst auf nassem Wege erzeugte), dagegen auf der inneren Seite mehr oder weniger dunkel gefärbt, wenn sie Feuervergoldung mittelst Quecksilber gewesen ist.

aa) Um mittelst der einfachen galvanischen Kette zu vergolden, bedient man sich eines Apparates, welcher in den Hauptpunkten mit dem zur Galvanoplastik üblichen übereinstimmt, weshalb hier vorläufig auf den Artikel Stereotypie und Schriftgießerei Seite 465, 472, 475, 477 des XVI. Bandes Bezug genommen werden kann. In der That ist der Zweck bei galvanoplastischen Arbeiten ein völlig analoger wie beim galvanischen Vergolden: dort Niederschlagung von Kupfer, hier Niederschlagung von Gold; mit dem Unterschiede jedoch, daß man im ersteren Falle eine dicke Kupferbekleidung erzeugen will, welche von dem damit überzogenen Gegenstande wieder abgelöset werden soll, im zweiten Falle ein sehr dünnes Goldhäutchen, welches dem vergoldeten Körper fest und für immer anhaften muß. Hieraus geht schon hervor: 1) daß statt der Kupfervitriolauflösung des galvanoplastischen Apparates zum Vergolden eine Goldauflösung (von welcher bereits die Rede gewesen ist) in Anwendung kommen muß; 2) daß die zu vergoldenden Gegenstände weit kürzere Zeit

im Apparate verweilen, als die Formen oder Originale bei der Galvanoplastik; 3) daß — während bei galvanoplastischer Arbeit der mit Kupfer zu überkleidende metallische Gegenstand ein wenig eingefettet wird, um den Kupferabsatz wieder loszulassen, beim Vergolden im Gegentheile jede Spur eines fremden Stoffes auf dem Gegenstande sorgfältig beseitigt werden muß, um nicht ein Hinderniß gegen das Anhaften des Goldes darzubieten. Uebrigens ist hier wie dort erforderlich, daß die zu überziehende Oberfläche in allen ihren Theilen ein guter Elektrizitätsleiter sei, was bei den zu vergoldenden Metallsachen, die man vorläufig durch Gelbbrennen, Abbeizen &c. gereinigt hat, ohnehin stets der Fall ist.

Die Grundlage des Vergoldens auf galvanischem Wege mittelst der einfachen Kette besteht also darin, eine der oben angeführten Goldflüssigkeiten einerseits, und gesättigte Kochsalzlösung andererseits dergestalt in zwei Gefäße zu bringen, daß die Flüssigkeiten durch eine etwas poröse Zwischenwand (gewöhnlich Ochsen- oder Schweinsblase, auch wohl Pergament) in einer die Elektrizität leitenden Verbindung mit einander stehen, ohne doch sich vermischen zu können; dann in das Salzwasser ein Stück Zink zu legen, in die Goldflüssigkeit den zu vergoldenden metallenen Gegenstand einzuhängen; endlich zwischen diesem Letzteren und dem Zink eine die Elektrizität gut leitende (metallische) Verbindung herzustellen. Durch die Berührung der beiden Flüssigkeiten und der Metalle findet eine Elektrizitätserregung Statt, wobei das Zink positiv elektrisch, der in der Goldflüssigkeit befindliche Gegenstand negativ elektrisch wird, und aus der Goldflüssigkeit langsam Gold sich abscheidet, welches den eingehängten Gegenstand mit einer immer dicker anwachsenden Schicht bekleidet.

Der Apparat zum Vergolden kann in kleinem Maßstabe so hergestellt werden, wie der im XVI. Bande, Seite 465 folg. beschriebene und auf Taf. 411, Fig. 29 abgebildete; mit dem Unterschiede jedoch, daß man das Salzwasser in das äußere Gefäß A und die Goldflüssigkeit in das innere B gibt, weil hierdurch das oftmals nöthige Herausnehmen des zu vergoldenden Gegenstandes mit viel mehr Bequemlichkeit Statt findet. Demnach kommt das Zinkstück (eine etwas dicke gegossene Platte) bei p auf

die Spirale des Drahtes g zu liegen; und an dem Drahte h wird statt Z das zu vergoldende Metallstück freischwebend eingehängt. Welche analoge Abänderungen bei den übrigen drei auf Taf. 411 vorgestellten, und im XVI. Bande erklärten Apparaten (Fig. 19, 20 und S. 475; Fig. 22, 23 und S. 472; Fig. 21 und S. 477) zu treffen sind, um sie zum Vergolden zu gebrauchen, ergibt sich nun von selbst, wenn noch bemerkt wird, daß das kleine zum Einlegen von Kupfervitriolkrystallen bestimmte Nebengefäß (b, Fig. 22, 23 u. D, Fig. 21) wegbleibt und die Magnetnadel als Stärkemesser des elektrischen Stromes jedenfalls entbehrlich ist. Verschiedene einfache und wohlfeil herzustellende, dabei praktisch bewährte Apparate zum Vergolden sind, nach Angaben von Philipp, beschrieben und abgebildet in Dingler's polytechnischem Journale, Bd. 111, S. 375, wo man sie nachsehen kann. Um die Kenntniß der Vergoldungsapparate zu vervollständigen, theilen wir aber hier noch die von Elsner angegebene, zur Behandlung größerer Gegenstände geeignete Einrichtung in Fig. 1 auf Taf. 484 mit. Die Abbildung ist ein senkrechter Durchschnitt, worin AA einen gut gefirnißten länglich viereckigen, auf dem Fußbrette CC′ stehenden Kasten von Eichenholz bedeutet. In dem Boden desselben ist ein Kupferstab B wasserdicht so befestigt, daß er gegen einen Zoll weit nach unten herausragt, während er im Innern etwa 2 Zoll hoch sich erhebt und am obern Ende einen horizontalen Rost von Kupferdraht oder ein rostartig durchbrochenes Kupferblech B′B′ trägt, worauf während des Vergoldens eine gegossene Zinkplatte liegt. Das Fußbrett enthält im Mittelpunkte eine Vertiefung D, welche durch den Kanal d mit einem andern von oben her eingebohrten Loche bei e kommunizirt. In D tritt das untere Ende des Kupferstabes B ein; in den Kanal d ist ein gerader Kupferdraht eingeschoben, den die punktirte Linie andeutet. Um diese Anordnung herzustellen, wird man am besten thun, den Kanal von C′ bis D einzubohren, dann von C′ aus den Draht hineinzuschieben und endlich die Oeffnung bei C′ mit einem Pfropfe dicht zu verschließen. Beim Gebrauch des Apparates füllt man den vom Drahte freigelassenen Raum des Kanals d mit Quecksilber, welches entweder vor Aufsetzung des Kastens A durch das Loch D, oder nachher durch das Loch e, eingeschüttet wird; besser ist es

aber, ihn gleich anfangs und ein für alle Mal mit einer sehr leicht schmelzenden Legirung von Zinn, Blei, Wismuth und Quecksilber auszugießen, weil dadurch das immer wiederkehrende Handtieren mit flüssigem Quecksilber, und hiermit die Gefahr Quecksilberflecken auf den vergoldeten Waaren zu erzeugen, vermieden wird. In das Loch e des Brettes CC′ wird ein senkrecht aufsteigender Kupferstab E fest eingesteckt, welcher vermöge Berührung seines Zapfens mit der Metallfüllung des Kanals d in einer gut die Elektrizität leitenden Verbindung mit B und B′ steht. Auf das obere Ende von E steckt man endlich die Tülle oder Kapsel eines horizontalen kupfernen Armes F, welcher sonach sowohl sich herumdrehen, als auch jeden Augenblick leicht (um den vergoldeten Gegenstand herauszuheben) abnehmen läßt. Die Figur zeigt, wie z. B. ein Pokal an einem mit zwei Schlingen versehenen Platin- oder vergoldeten Kupferdrahte an dem Arme F aufgehangen wird.

GG ist ein Kasten von Eichenholz, gut gefirnißt und zur Aufnahme der Goldflüssigkeit bestimmt. Er steht von den Wandungen des äußeren Kastens A 1 bis 1½ Zoll weit ab. Sein Boden G′ ist von starker Ochsenblase oder von Pergament gebildet, straff angespannt und mittelst vier hölzernen Leisten unten an den äußeren Seiten der Wände angenagelt. Drei hölzerne oder metallene Arme wie G″ dienen, den innern Kasten G auf den (hierzu mit Einschnitten versehenen) Wänden des äußeren Kastens A zu stützen. Die als Boden dienende Blase ist in dieser Lage etwa 1 Zoll von der Oberfläche der auf dem Roste B′ liegenden Zinkplatte entfernt, und kann nöthigenfalls noch weiter davon entfernt werden, wenn man den drei Armen G″ hölzerne Klötzchen unterlegt. Ueber die Außenseite der Blase G′ sind, damit diese sich nicht senkt oder beutelt, feine Darmsaiten in Quadraten von etwa 2 Zoll Seite gezogen. H ist ein Hahn, um das Salzwasser aus dem Kasten A nach vollendeter Arbeit abzulassen.

Die beiden Kästen halten wasserdicht, wenn sie von recht trockenem Holze gemacht, ihre Theile gut zusammengezinkt und alle Verbindungsfugen mit Bernsteinlack mehrmals überstrichen sind. Die Blase bleibt sehr lange brauchbar, wenn sie nur nach

jedesmaligem Gebrauche mit reinem Wasser sorgfältig abgespült und ohne Anwendung von Wärme getrocknet wird. Ja man kann einen zufällig durchlöcherten Blasenboden wiederherstellen, indem man ein naßgemachtes Stückchen Blase auf das Loch legt, durch Streichen mit einem Messerrücken anklebt, nach dem Trocknen die ausgebesserte Stelle mit Bernsteinlack überpinselt und diesen recht trocken werden läßt. Ist der Apparat so groß, daß eine Blase nicht hinreicht, so wählt man entweder Pergament, oder setzt mehrere Blasenstücke in der Weise zusammen, daß man sie mit Stiftchen auf einem Roste von schmalen Holzleisten annagelt und diese Stellen mit Bernsteinlack überstreicht; die oben erwähnten Darmsaiten spannt man in diesem Falle nur in einer Richtung, nämlich, so daß sie die Leisten durchkreuzen. Der äußere Kasten kann, wenn man die Kosten anwenden will, sehr zweckmäßig aus Steinzeug oder Porzellan gemacht werden. Die kupfernen Stäbe E und B sollen nicht zu dünn sein, weil sie bei größerer Dicke die Elektrizität besser leiten; gleiches gilt von dem Drahte in dem Kanale d. Die unteren in das Quecksilber dieses Kanales eintauchenden Enden von B und E müssen oberflächlich amalgamirt werden, um des genauesten Anschließens des Quecksilbers sicher zu sein; in Betreff des im Kanale d befindlichen Drahtes ist dieselbe Vorbereitung wenigstens sehr anzurathen. Man scheuert die zu amalgamirenden Theile mit verdünnter Schwefelsäure und Sand sehr rein, und reibt sie alsdann mit einer starken Auflösung von Quecksilber in Salpetersäure, wodurch sie blank wie Silber werden. Die Größe der Zinkplatte, welche man auf den Rost B′ legt, muß sich nach jener des zu vergoldenden Gegenstandes richten, und so lang und breit wie dieser sein; auf die Dicke des Zinks kommt viel weniger an. Es ist übrigens zu empfehlen, daß man die Zinkplatte, ehe sie in Gebrauch genommen wird, oberflächlich amalgamirt und diese Amalgamirung später von Zeit zu Zeit erneuert, weil sie dann weit länger dauert. Zu diesem Zwecke wird die Platte mit Sand und verdünnter Schwefelsäure sorgfältig gereinigt, in Wasser abgespült, und mit Quecksilber mittelst Löschpapier oder Werg eingerieben, bis sie überall schön silberähnlich blank erscheint. Die Aufbewahrung des Apparates, während der Zeit wo er nicht ge-

braucht wird, soll an einem nicht zu warmen Orte statt finden, damit das Holzwerk keine Risse bekommt. Man legt jeden der beiden Holzkästen für sich hin, und steckt in die Oeffnung D des Fußbrettes einen gut schließenden Kork, damit Staub ꝛc. von dem Kanale d abgehalten werde, auch das darin befindliche Quecksilber nicht ausfließe.

Bevor Gegenstände vergoldet werden, ist es unerläßliche Bedingung, sie auf das Sorgfältigste zu reinigen, da jede Spur von Staub, Schweiß, Schmutz, Oxyd ꝛc. entweder die Vergoldung gänzlich verhindert oder ein Fleckigwerden zur Folge haben kann. Beim Vergolden selbst verfährt man auf folgende Weise. Ist der Kanal d mit Quecksilber gefüllt, der große Kasten A auf das Fußbrett gestellt, die Zinkplatte auf den kupfernen Rost B' gelegt, der kleinere Kasten G eingesetzt, und in A eine gesättigte (vorläufig durch Löschpapier filtrirte) Kochsalzlösung eingegossen; so füllt man G mit der Vergoldungsflüssigkeit so weit, daß ihr Niveau gleich hoch mit dem der Salzauflösung steht. Hierauf wird der zu vergoldende Gegenstand mittelst mehrmals herumgewickelten Platin- oder ausgeglühten Kupferdrahtes an dem Arme F aufgehangen; Pokale, Kästchen u. dgl. befestigt man so, daß sie eine horizontale Lage haben. Der Aufhängedraht kann auch aus Kupfer und Platin dergestalt zusammengesetzt sein, daß nur Letzteres in die Flüssigkeit eintaucht. Auch vergoldeter Kupferdraht (sogenannter unechter Golddraht) ist zweckmäßig anzuwenden. Hat man eine Anzahl kleiner Gegenstände zu vergolden, so legt man dieselben neben einander (so daß sie sich gegenseitig berühren) auf einen Rost von feinem Messingdraht, welcher mittelst eines starken Hauptdrahtes an dem Arme F aufgehangen wird. Leichte hohle Stücke, welche man nur äußerlich vergolden will, und deßhalb verschlossen einhängen muß (z. B. Nadelbüchsen) würden auf der Flüssigkeit schwimmen: man beschwert sie aus diesem Grunde mittelst eingefüllten groben Quarzsandes oder kleiner Kieselsteinchen. Die Gegenstände müssen frei in der Flüssigkeit schweben, weder den Blasenboden noch die Wandungen berühren (da widrigenfalls leicht fleckige Stellen entstehen), und von Letzteren wenigstens $\frac{1}{4}$ Zoll, von der Blase der Regel nach nicht über $\frac{1}{2}$ Zoll entfernt sein. Je weiter das zu vergoldende Stück von der

Zinkplatte absteht, desto langsamer geht die Vergoldung von statten. Man läßt nun den Gegenstand etwa eine halbe Minute in der Flüssigkeit, hebt ihn heraus, spült ihn in reinem Regen- oder Flußwasser (nicht Brunnenwasser), putzt ihn sorgfältig mit einer Bürste und mit Brei von Weinsteinpulver und Wasser, spült endlich neuerdings mit Regenwasser. Er wird dann sofort wieder in den Apparat eingehängt, 1 bis 2 Minuten darin gelassen, wieder gespült, mit Weinstein gebürstet, gespült. In dieser Weise fährt man, mit 1 bis 2 Minuten langem Eintauchen und darauf folgendem Putzen abwechselnd, so lange fort bis die Vergoldung die gehörige schöne Farbe und die gewünschte (durch Nachwägen des Stückes zu kontrolirende) Stärke erlangt hat. Nach dem letzten Abbürsten und Spülen trocknet man die Gegenstände an feiner weicher Leinwand oder zwischen Sägespänen. Etwas schneller wird das Ziel erreicht, wenn man die Goldflüssigkeit warm (etwa 25° R.) anwendet; doch ist dies zu einem guten Resultate überhaupt nicht erforderlich. Runde Gegenstände, wie Pokale u. dgl. muß man einige Male umwenden, weil die dem Blasenboden zugekehrte (der Zinkplatte nähere) Seite sich stärker vergoldet. Läßt man die Gegenstände längere Zeit — etwa eine Viertelstunde bis eine halbe Stunde lang — in der Goldflüssigkeit, so nehmen sie eine matte dunkelbräunlichgelbe Farbe (von Cyangold) an, und es wird dann ein starkes, anhaltendes Bürsten mit Weinstein erfordert; aber gehörig abgebürstet erhalten sie durch nachfolgendes Poliren ein schönes und glänzendes Ansehen. Im Uebrigen fällt die Vergoldung auf vorher polirten Gegenständen ohne Weiteres (wenigstens so lange der Goldüberzug dünn ist) glänzend, auf matten matt aus. Sie ist im Allgemeinen so schön, daß weder Färben noch Glühwachsen erfordert wird, obschon der Goldüberzug diese beiden Operationen eben so vollkommen gut aushält wie das stärkste Poliren mit Blutstein oder Polirstahl, welches dann nöthig wird, wenn einzelne Theile matt vergoldeter Flächen mit Glanz versehen werden sollen. Emaillirte oder mit edlen Steinen ausgelegte Arbeiten können recht gut im völlig fertigen Stande vergoldet werden.

Sollen nur einzelne Stellen eines Gegenstandes vergoldet

werden (was bei Silberarbeit oft vorkommt) so müssen diejenigen Stellen, auf welche sich kein Gold niederschlagen darf, vor dem Eintauchen mit einem Deckfirnisse (Deckgrunde) überzogen werden. Hierzu ist es schon genügend, eine starke Auflösung von Schellack in Weingeist mehrmals aufzustreichen, sofern man sich einer mit Cyaneisenkalium (Blutlaugensalz) bereiteten Vergoldungsflüssigkeit bedient; in der Flüssigkeit aber, wozu Cyankalium genommen wurde, zeigt sich diese Deckung nicht haltbar genug. Besser ist ein mit Terpentinöl verdünnter Bernsteinfirniß, welchen man auf folgende Weise darstellt: 5 Pfund ordinärer (gegrabener) Bernstein werden in einem glasirten irdenen Topfe, der etwa zu einem Drittel damit angefüllt ist, über Holzkohlenfeuer bis zum Fadenziehen geschmolzen, wobei man öfters mit einem Eisenstäbchen umrührt und übrigens stets einen Deckel auflegt. Zu der geschmolzenen Masse gießt man in einem dünnen Strahle und unter stetem Umrühren 1 Pfund Leinölfirniß (Malerfirniß, durch Kochen des Leinöls mit 4 Prozent Bleiglätte bereitet), worauf man das Ganze zum Sieden erhitzt, und nach einigen Minuten 5 Pfund Terpentinöl hinzufügt und so heiß als möglich durch doppelt zusammengelegte feine Gaze in einem weiten, nach der Füllung mit einem Brettchen bedeckten Trichter filtrirt. Der so gewonnene Lack ist in der Regel noch zu dick, und kann mit Terpentinöl (bis zu 20 Prozent) ferner verdünnt werden. Man streicht ihn ein paar Mal auf die zu deckenden Stellen auf, muß ihn aber vor dem Vergolden völlig trocknen lassen. Um ihn schließlich wieder von den Gegenständen zu entfernen, wäscht man diese mit einer schwachen Aetzkalilauge (von 2 bis 3 Grad Baumé oder specif. Gewicht 1.014 bis 1.020, wie sie durch Auflösung des käuflichen Aetzkali in seinem 40- bis 50fachen Gewichte Wasser entsteht). Nach Elsner wird ein allen Anforderungen entsprechender Deckgrund, welcher sowohl in den mit Cyankalium bereiteten Goldauflösungen als auch beim Vergolden mit heißen Flüssigkeiten vollkommen sich bewährt, auf folgende Weise erhalten: Zwei Theile guter Asphalt werden mit einem Theile gepulvertem Mastix bei mäßiger Hitze unter Umrühren zusammengeschmolzen bis die Mischung ein gleichförmiges Ansehen

hat; dieselbe wird sodann auf ein kaltes Kupferblech ausgegossen, und in Wachspapier eingewickelt aufbewahrt. Um damit zu decken wird die erforderliche Menge in gelinder Wärme mit Terpentinöl zu einer dünn-syrupartigen Flüssigkeit aufgelöst, welche man mittelst eines Haarpinsels aufstreicht, dann trocknen läßt. Nach dem Vergolden kann dieser Deckgrund meistens durch schwaches Bürsten allein wieder entfernt werden; nöthigenfalls hilft man durch Abreiben mit reinem Terpentinöl auf Löschpapier und schließliches Waschen mit sehr starkem (90prozent.) Weingeist nach. Wenn Becher, Pokale u. dgl., die man nur auf der Innenseite vergolden will, äußerlich gedeckt werden, so darf der Kelchrand derselben nicht mit Deckgrund bekleidet werden, weil sonst hierdurch die Leitung des galvanischen Stromes unterbrochen und die Vergoldung sogar verhindert werden kann.

Vergoldet man mehrere Stunden hintereinander, so bildet sich in der Kochsalzlösung des äußeren Gefäßes (besonders bei schwach oder gar nicht amalgamirten Zinkplatten) ein weißer schlammartiger Niederschlag von Cyanzink, indem nämlich das vom niedergeschlagenen Golde getrennte Cyan, durch den Blasenboden hindurch, an das Zink tritt. Will man alsdann noch fortarbeiten, so ist es zweckmäßig, die Zinkplatte herauszunehmen und mit verdünnter Salzsäure zu reinigen, die Kochsalzlösung aber durch Löschpapier zu filtriren; denn die galvanische Wirkung und der Gang des Vergoldens wird durch den erwähnten Niederschlag und die Verunreinigung der Zinkoberfläche mehr oder weniger gehemmt. Nach jedesmaligem Gebrauche des Apparates muß derselbe gut mit Wasser ausgespült, der kupferne Rost B′ und die Zinkplatte, gleich den Kupferstäben E und B, blankgeputzt werden.

Kupfer, Messing, Tombak, Glockenbronze, Argentan (Neusilber, Pakfong), Zinn, Zink, Guß- und Schmiedeeisen, Stahl, Silber (fein sowohl als legirt) Platin, ja Gold selber im feinen wie im legirten Zustande, sind durch das angezeigte Verfahren gut und schön zu vergolden. Die Vergoldung des Goldes kommt mit Vortheil in solchen Fällen zur Anwendung, wo dasselbe sehr geringhaltig ist, und deßhalb (wie alles Gold von weniger als 14 Karat Feingehalt) nicht gefärbt werden kann,

oder wo man durch galvanische Vergoldung das Färben auch auf besseren goldenen Waaren ersetzen will. Blauangelassenen Stahlsachen (z. B. Brillengestellen, Uhrfedern) muß vorläufig durch sehr verdünnte Schwefelsäure die blaue Farbe benommen werden. Stählerne Schreibfedern, welche im käuflichen Zustande gewöhnlich mit einem Firnisse überzogen sind, legt man zur Entfernung desselben einige Stunden in Salmiakgeist, wonach sie mit einem feinen Läppchen und Wasser abgewischt werden. Es ist nicht gut, in derselben Portion Goldflüssigkeit Gegenstände aus verschiedenen Metallen zugleich oder nach einander zu vergolden; die Farbe der Vergoldung kann hierdurch öfters an Schönheit verlieren.

bb) Vergoldung mittelst der galvanischen Batterie. — Wie brauchbar und schätzenswerth die im Vorstehenden beschriebene Methode mittelst der einfachen galvanischen Kette auch ist, so hängen ihr doch einige Unvollkommenheiten an. Dahin gehört vorzugsweise: 1) daß zum Vergolden eines einzelnen sehr großen Gegenstandes oder vieler kleinerer Stücke auf Ein Mal die Elektrizitätserregung durch die einfache Kette nicht stark genug ist, also dann die Operation sehr langsam von Statten geht; 2) daß die Vergoldungsflüssigkeit nach und nach sich erschöpft, deshalb bei fortgesetzter Arbeit damit langsamer wirkt, durch neuen Zusatz von Goldauflösung wieder verstärkt, endlich aber ganz beseitigt und durch ganz frische Flüssigkeit ersetzt werden muß; 3) daß eben wegen des abnehmenden Goldgehaltes der Flüssigkeit die Zeit des Verweilens in derselben einen sicheren Maßstab für die Stärke der erlangten Vergoldung nicht gewährt.

Alle diese Mängel werden durch das Vergolden mittelst der Batterie beseitigt. Man versteht hierunter eine Verbindung mehrerer galvanischer Ketten in solcher Weise, daß die Summe ihrer elektrischen Thätigkeit sich auf die Niederschlagung des Goldes wirksam zeigt. Die Batterie muß aber eine so genannte konstante Batterie sein, d. h. eine solche, welche während einer längeren Zeit (z. B. einige Tage hindurch) einen ziemlich unveränderten Grad von Wirksamkeit behält. Die Zusammenstellung konstanter Batterien kann auf verschiedene Weise geschehen; für

den technischen Gebrauch empfiehlt sich indessen durch Wohlfeilheit der Herstellung und Leichtigkeit der Behandlung vorzugsweise die Daniell'sche Batterie, deren Anordnung aus dem Vertikaldurchschnitte Fig. 2 (Taf. 484) hervorgeht. Sie ist aus mehreren (in der Abbildung beispielweise drei, mit I, II, III bezeichneten) Abtheilungen — galvanischen Ketten, Paaren oder Elementen — zusammengesetzt, deren jede durch ein zylindrisches 6 bis 7 Zoll hohes, 3 bis 5 Zoll weites Becherglas g g und dessen Inhalt gebildet wird. In jedes der Gläser (vergl. den Horizontaldurchschnitt eines einzelnen Elementes, Fig. 3) wird zunächst ein zylindrisch zusammengebogenes aber nicht gelöthetes (daher der Länge nach mit einer offenen Fuge versehenes) mäßig starkes Kupferblech k eingesetzt; innerhalb dieses hohlen, unten und oben offenen Kupferzylinders ein mit Boden versehener Zylinder t t von gebranntem aber nicht glasirtem Töpfer- oder Pfeifenthon; und in diesen endlich ein dem Kupferzylinder ähnlicher (nur engerer) Zylinder von starkem Zinkblech z, welcher in Fig. 2 undurchschnitten erscheint. Die Thonzylinder oder Thonzellen werden gegenwärtig als Handelsartikel fabrizirt und sind aus denselben Quellen wie andere physikalische Apparate zu beziehen; sie müssen etwa $\frac{1}{4}$ Zoll Wandstärke, eine röthliche oder weiße Farbe haben, nicht abfärben und eine ziemliche Festigkeit besitzen. Färben sie in Folge zu großer Weichheit (zu schwachen Brennens) ab, oder sind sie zu dünn, so gehen sie bald zu Grunde und vertheuern durch ihre oftmalige Erneuerung die Anwendung des Apparates. Die Wandung des Zinkzylinders muß innerhalb der Thonzelle, und jene des Kupferzylinders zwischen der Thonzelle und dem Glase frei stehen, ohne anzuliegen oder sich zu klemmen; 2 bis 3 Linien Zwischenraum an jeder dieser Stellen ist genügend. Am oberen Rande steht von jedem Kupferzylinder ein mit dem gerollten Bleche im Ganzen ausgeschnittener zwei Mal im Winkel gebogener, etwa 6 Linien breiter Arm oder Lappen k' ab und eben so von jedem Zinkzylinder ein ähnlicher Arm z'. Um die in der Reihe auf einander folgenden Elemente (I und II, ferner II und III ꝛc.) mit einander zu verbinden, werden der Kupferarm k' des einen und der Zinkarm z' des anderen mittelst einer kleinen messingenen Schraubzwinge m fest zusammengeklemmt.

An dem Zinkarme des ersten Elementes wird durch mehrmaliges strammes Herumwickeln ein kupferner Schließungsdraht Z von erforderlicher Länge befestigt; eben so ein gleicher Draht K an dem Kupferarme des letzten Elementes. Die Zinkzylinder müssen vor dem Zusammenstellen des Apparats auf der innern und äußeren Oberfläche (jedoch mit Ausnahme der Arme, welche dadurch mürbe und brüchig werden würden) amalgamirt sein, was sehr leicht dadurch zu erreichen ist, daß man sie mit mäßig starker Salzsäure einreibt, dann Quecksilber darauf gießt und dieses mittelst Baumwolle oder Löschpapier ausbreitet. Es ist ferner sehr wichtig, daß die Zink- und Kupferarme sich innerhalb der Schraubzwingen m, m mit rein metallischen Oberflächen berühren, weßhalb man gut thut, beide an den Berührungsstellen zu amalgamiren: das Zink auf die eben angezeigte Weise, das Kupfer durch Betupfen mit salpetersaurer Quecksilberauflösung.

Die Anzahl der in einer Batterie vereinigten Elemente beträgt 2, 3 oder mehr; mit höchstens 6 Elementen wird man für alle gewöhnlichen Fälle genügend versorgt sein, und man stellt davon so viele auf, als den Umständen nach (mit Rücksicht auf Größe und Anzahl der gleichzeitig zu vergoldenden Gegenstände) zweckmäßig erscheint. Meistens reichen 2 Elemente hin; eine zu starke Batterie führt leicht den Fehler herbei, daß das Gold sich zu schnell niederschlägt und deßhalb nicht genugsam fest auf dem vergoldeten Metalle haftet. Sind die Zylinder gehörig in einander gesetzt und die Verbindungen zwischen den Elementen hergestellt, so gießt man in die Gläser g g -- also in den Zwischenraum zwischen der Glas- und Thonwand — eine konzentrirte Auflösung von Kupfervitriol, in welche demnach der Kupferzylinder k k eingetaucht ist; in die Thonzellen t t hingegen konzentrirte Kochsalzauflösung, welche mithin die Zinkzylinder z z umgibt und ausfüllt. Der obere Rand der Thonzellen muß ein wenig aus den Flüssigkeiten hervorragen, so daß diese nicht zusammenfließen, sondern nur innerhalb der Poren des Thons in gegenseitige Berührung treten können. Die Batterie ist nun zum Gebrauche bereit. Zur Beurtheilung des Wirkungsgrades, und um überhaupt in jedem Augenblicke zu erkennen, ob der Apparat in fehlerfreiem Zustande sich befindet, ist es nützlich die Magnet-

nadel als Galvanometer anzubringen, worüber im XVI. Bde., S. 476—480 genügende Anweisung gegeben wurde. Wenn man neue Thonzellen zum ersten Male gebraucht, dauert es zuweilen einige Zeit bis sie von den Flüssigkeiten durchdrungen werden und demzufolge die Wirksamkeit des Apparates beginnt: deßhalb ist räthlich solche Thonzylinder, kurz vor dem Einstellen in die Gläser, in Wasser zu legen. Die Leitungs- oder Schließungsdrähte K, Z werden, ehe man sie anbringt, ausgeglüht (damit sie weich und biegsam sind); auch müssen dieselben stets blank geputzt sein, vorzüglich dort, wo sie um die Arme k′k′ herumgewunden werden.

Man darf diese Drähte weder unnöthig lang noch gar zu dünn nehmen; denn durch Beides wird der Durchgang der Elektrizität erschwert und die Wirkung geschwächt.

Soll mit der Batterie vergoldet werden, so werden die Enden der Leitungsdrähte K und Z in die Vergoldungsflüssigkeit gesteckt, welche sich in einem Gefäße von Glas, Porzellan, Steinzeug, emaillirtem Gußeisen oder gefirnißtem Holze befindet. Wenn man eine Einrichtung trifft, daß die Flüssigkeit erwärmt werden kann, so beschleunigt dieß den Gang der Operation; es ist aber zu Erlangung eines guten Resultats durchaus nicht erforderlich. Die Goldflüssigkeiten sind dieselben, welche wir weiter oben bei Gelegenheit des Vergoldens mit der einfachen galvanischen Kette angegeben haben, und eben so kann hinsichtlich der Behandlung des zu vergoldenden Gegenstandes (öfteres Herausnehmen und Abputzen mit Weinstein, Decken der etwa nicht zu vergoldenden Theile ꝛc.) auf das dort Gesagte verwiesen werden. Der von dem Zink-Ende der Batterie herkommende Draht Z (welcher hier den Kupfer- oder negativen Pol repräsentirt) wird an den Gegenstand fest angedrückt oder durch Herumwickeln an ihm befestigt; wobei man sich zum Einlegen oder Einhängen der zu vergoldenden Stücke in geeigneten Fällen derjenigen Kunstgriffe bedient, welche oben rücksichtlich des Gebrauchs der einfachen Kette angezeigt wurden. Den von der Kupferseite (dem Zink- oder positiven Pole) hergeleiteten Draht K verbindet man an seinem Ende mit einem etwas breiten und einige Zoll

langen Goldbleche (einem ausgewalzten Dukaten), welches man in die Flüssigkeit eintauchen läßt, ohne daß es darin den Gegenstand berührt, und ohne daß der kupferne Draht selbst mit der Flüssigkeit in Berührung kommt. Durch diese Anordnung erreicht man nicht nur eine verstärkte Wirksamkeit des elektrischen Stromes, sondern auch den noch wesentlicheren Vortheil, daß die Vergoldungsflüssigkeit sich stets auf ziemlich gleichem Grade von Konzentration (Goldgehalt) erhält; denn während eine gewisse Menge Gold sich auf den Gegenstand niederschlägt, löset sich dagegen eine fast gleich große Menge von dem Goldbleche auf: daher kann auch, für die meisten Fälle genau genug, das der vergoldeten Waare mitgetheilte Goldgewicht nach der Gewichtsverminderung, welche das Goldblech erlitten hat, geschätzt werden, sofern es etwa (wegen bedeutender Größe) nicht ausführbar ist, die Waare vor und nach dem Vergolden genau zu wägen*). An dem Goldbleche bildet sich nach und nach Cyangold in Gestalt eines braunen Pulvers, welches durch Rütteln oder durch Abstreichen mittelst eines Glasscherbens davon getrennt werden muß, und dann ohne weiteres Zuthun sich in der Flüssigkeit auflöset. Sollte diese Wiederauflösung etwa nicht gehörig von Statten gehen, so wäre durch einen kleinen Zusatz von Cyankalium leicht abzuhelfen. Die dem Bleche zunächst befindlichen Stellen oder Theile eines Gegenstandes vergolden sich stärker als die entfernteren, weßhalb man darauf achten muß, größere Objekte von Zeit zu Zeit umzuwenden. Hat man ein Gefäß nur inwendig zu vergolden, so umwickele man dasselbe äußerlich mit dem vom Zink-Ende der Batterie kommenden Drahte Z, steckt ins Innere das mit dem anderen Drahte K verbundene Goldblech (welches in der Mitte sich befinden muß, die Wandung nirgend berühren darf), und füllt den hohlen Raum ganz mit der Vergoldungsflüssigkeit an.

Eine sehr schöne matte Vergoldung entsteht, wenn die Batterie im Verhältniß zur Größe des Gegenstandes sehr schwach

---

*) Man kann sogar ohne voraus bereitete Goldauflösung vergolden, indem man eine Cyankaliumlösung anwendet, und dieser, vor dem Hineinbringen des zu vergoldenden Gegenstandes, etwas Zeit läßt, eine geringe Menge Gold von dem eingetauchten Bleche aufzunehmen.

ist (etwa nur ein einziges Element angewendet wird), man dagegen die Operation sehr lange fortsetzt und also eine dicke Goldschicht erzeugt. Gut gelungen kommt solches Matt dem schönsten gleich, welches auf Feuervergoldung mittelst der Mattfarbe oder sonst durch irgend ein Mittel hervorgebracht werden kann.

Berührt man einen schon vergoldeten in der Goldflüssigkeit liegenden Gegenstand mit dem vom Kupfer-Ende der Batterie hergeleiteten Drahte K (welcher in diesem Falle so weit er eintaucht aus Platin bestehen muß und nicht mit einem Goldbleche versehen wird), und steckt man zugleich das Ende des anderen Drahtes Z so in die Flüssigkeit, daß es den Gegenstand nicht berührt; so löset sich die an Letzterem befindliche Vergoldung wieder auf: das Stück wird entgoldet. Man hat hiermit ein gutes Mittel, um mißlungene Stücke oder alte beschädigte Waare von Gold zu befreien, muß aber berücksichtigen, daß hierbei leicht eine Verunreinigung der Flüssigkeit mit dem unter der Vergoldung liegenden Metalle eintritt.

Um die zum Vergolden gebrauchte galvanische Batterie außer Thätigkeit zu setzen, öffnet man die Schraubzwingen m; hebt die Kupferzylinder k sowohl als die Zinkzylinder z heraus, spült sie — so wie die Gläser g und die Thonzellen t — gut mit Wasser ab; reinigt endlich die Kupferzylinder durch Waschen mit sehr verdünnter Salzsäure, erneuertes Spülen in Wasser und Abtrocknen, die Zinkzylinder aber dadurch, daß man um jeden solchen Zylinder einen Kupferdraht windet, an das freie Ende dieses Drahtes ein Stück Gußeisen von angemessener Größe hängt, und das Ganze in verdünnter Schwefelsäure (1 Th. Säure, 30 Th. Wasser) untertaucht. Dabei findet am Eisen eine lebhafte Wasserstoffgas-Entwickelung statt, und nach einigen Minuten fängt die auf dem Zink sitzende schwarze Kruste an sich abzulösen. Man wendet nun den Zylinder mehrmals um und setzt, wenn etwa keine Gasblasen mehr aufsteigen, noch ein wenig Schwefelsäure zu. Zuletzt läßt sich mit einer scharfen Bürste der Zinkzylinder (den man hierzu in Wasser taucht) so rein abreiben, daß die amalgamirte weiße Oberfläche zum Vorschein kommt; er wird dann gespült und abgetrocknet. Nach öfter wiederholtem Ge-

brauche ist es jedoch nöthig, die Zinkzylinder neu zu amalgamiren, was man an ihrer Farbe leicht erkennt.

Die Kochsalzauflösung wird beim Auseinandernehmen der Batterie, wenn sie sich schlammig oder stark trübe zeigt, weggegossen; ebenso die Kupfervitriollösung, falls sie fast allen ihren Kupfergehalt und demnach ihre blaue Farbe verloren hat. Da eine solche sehr geschwächte Kupferauflösung nicht mehr wirkt, so ist bei etwa mehrere Tage lang fortgesetztem Gebrauche einer Batterie anzurathen, daß man gröblich zerstoßene Kupfervitriolkrystalle zu der Flüssigkeit in den Gläsern gebe, um dieselbe auf dem gehörigen Konzentrationsgrade zu erhalten.

cc) **Vergoldung durch Magnet-Elektrizität, nämlich mittelst des magnetischen Rotationsapparates.** — Die mit Unterhaltung der galvanischen Batterien verbundenen Kosten und Mühen (Letztere durch die weitläufigen Reinigungsarbeiten veranlaßt) sind besonders fühlbar bei einem beständigen Betriebe des Vergoldens in großem Maßstabe. Man hat sie zu beseitigen gesucht durch Benutzung desjenigen elektrischen Stromes, welcher durch einen starken Magnet in einer Drahtspirale erregt werden kann, und ist hiermit zu sehr günstigen Resultaten gelangt; so daß vielleicht in Zukunft die Magnet-Elektrizität häufig anstatt der galvanischen Elektricität zum Vergolden benutzt werden wird. Bis jetzt ist dies nur verhältnißmäßig selten der Fall, daher eine kurze Andeutung hierüber genügen mag.

Die magnetischen Rotationsapparate zu dem gedachten Behufe sind dieselben wie für physikalische, telegraphische und medizinische Zwecke; ihre Einrichtung findet man in den Werken über Physik beschrieben; es mag hier nur auf zwei durch Einfachheit und Wohlfeilheit sich empfehlende und daher für den gegenwärtigen Fall sich besonders eignende Konstruktionen hingewiesen werden, nämlich jene von **Woolrich** in England und **Stöhrer** zu Leipzig, welche in dem polytechnischen Centralblatte von **Hülsse** und **Weinlig** (Jahrgang 1843, Neue Folge II. Bd., S. 153, 156) beschrieben und abgebildet sind. Die zwei Pol- oder Leitungsdrähte eines solchen Apparates werden wie die der galvanischen Batterie benutzt, wie denn überhaupt das Vergolden mittelst der magnetischen Rotationsmaschine in keinem anderen

Punkte von jenem mittelst der galvanischen Batterie abweicht, als in der Verschiedenheit des Elektrizitätserregungs-Mittels. Die Rotationsmaschine würde zwar, da sie mit der Hand umgedreht werden muß, in solchen Fällen gegen die Batterien zurückstehen, wo den ganzen Tag oder sogar Tag und Nacht fortgearbeitet werden muß und zum Theil Gegenstände zu vergolden sind, deren Größe es unthunlich macht, das Drehen der Kurbel und die Beaufsichtigung des Vergoldens durch dieselbe Person verrichten zu lassen; sie ist ferner in der Anschaffung theurer als eine Batterie: dagegen aber verursacht sie keine Unterhaltungskosten, nimmt wenig Raum ein, ist frei von den in einer Batterie Statt findenden unangenehmen Gasentwickelungen und von aller Unreinlichkeit, steht jeden Augenblick zum Dienste bereit, und gestattet Steigerung und Schwächung des elektrischen Stromes (also ihrer Wirkung) auf die bequemste Weise durch die — schneller oder langsamer drehende — Hand des Arbeiters selbst.

## II. Mechanische Vergoldung.

1. Vergoldung durch Anreiben (sogenannte kalte Vergoldung). — Hierunter versteht man ein altes, noch jetzt in einzelnen Fällen übliches Verfahren, welches geeignet ist, auf Messing, Tombak, Kupfer Neusilber und Silber einen dünnen Goldüberzug hervorzubringen, aber vorzugsweise bei Silberwaaren Anwendung findet. Diese Vergoldung ist viel weniger dauerhaft, als im Allgemeinen die Feuervergoldung oder eine gute galvanische Vergoldung; sie zeigt aber eine recht schöne Farbe, worin sie auf Silber die Feuervergoldung übertrifft: so daß man vor Einführung des galvanischen Verfahrens sehr oft Silberwaaren im Feuer nur sehr schwach vergoldete und dann eine kalte Vergoldung darauf setzte, um den Vortheil der schönen Farbe verbunden mit größerer Dauerhaftigkeit, als das Anreiben allein gewähren kann, zu erreichen. Gegenwärtig gebraucht man auch die kalte Vergoldung um an Gefäßen, die im Innern galvanisch vergoldet und zu diesem Behufe mit Goldauflösung gefüllt werden, Schnautzen oder Ausgüsse (in welchen die Flüssigkeit nicht stehen kann) nachträglich mit Gold zu überkleiden.

Die kalte Vergoldung wird auf folgende Weise ausgeführt;

Man löset fein Gold, Dukatengold, oder auch (wenn man eine mehr röthliche Vergoldung beabsichtigt) 6 Th. Feingold nebst 1 Th. Kupfer in Königswasser auf, so viel als Letzteres aufnehmen will; tränkt mit der Auflösung feine Leinwandläppchen, trocknet dieselben, zündet sie an und läßt sie zu Asche verbrennen, indem man Sorge trägt, daß nichts durch den Luftzug fortgeführt wird. Der dunkelpurpurrothe Staub (Goldzunder), welchen man auf diese Weise gewinnt, enthält metallisches Gold im Zustande höchst feiner Zertheilung. Um ihn anzuwenden, taucht man das schwach verkohlte (an einer Kerzenflamme angebrannte) Ende eines Korkpfropfes in Salzwasser oder Essig, nimmt damit etwas Goldzunder auf und reibt die zu vergoldende — vorläufig recht blank gemachte — Metallfläche bis zum Erscheinen der gewünschten Goldfarbe. Schließlich spült man den Gegenstand mit Wasser ab und gibt die Politur mittelst eines in Seifenwasser getauchten Blutsteines oder Polirstahls, bei Kleinigkeiten auch nur mit einem über Kork gespannten weichen Leinwandläppchen. — Die röthliche Farbe, welche laut Obigem entsteht, wenn nebst dem Golde etwas Kupfer in dem Königswasser aufgelöst wird, ist auch zu erlangen, indem man der Auflösung von Dukatengold ein wenig Grünspan zusetzt.

2. Vergoldung mittelst Blattgold. — Diese Art Vergoldung kann auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden, und ist auf Eisen, Stahl, Kupfer, Messing ꝛc. anwendbar, wird jedoch meist nur auf größeren Eisen- und Stahlwaaren wirklich gebraucht. Ein hierher gehöriger Fall ist die Zubereitung der Silber- und Kupferstangen zum echten und unechten Golddrahte (Bd. IV., S. 226—227, 229—230).

a) Säbel- und Degenklingen, Gewehrläufe u. dgl. werden oft mit vergoldeten Verzierungen versehen, selbst auf großen Theilen ihrer Fläche gänzlich vergoldet. Man überzieht in dieser Absicht das Stück mit Aetzgrund der Kupferstecher (Bd. I., S. 171—172, 176), kratzt beliebige Stellen darin aus, um den Stahl hier zu entblößen, streicht Scheidewasser darauf bis die Theile gehörig mattgeätzt sind, spült mit Wasser, trocknet gut ab, und entfernt den Aetzgrund durch Terpentinöl; dann erhitzt man den Gegenstand bis er blau anläuft, bedeckt die matten

Stellen mit doppelter Lage Goldblättchen, breitet diese mittelst Baumwolle aus und überfährt sie mit dem Polirstahle. Auf diese erste Goldschicht kommt eine zweite, dann eine dritte, und wohl auch noch eine vierte, jede aus einem oder zwei Blättchen gebildet. Nach jeder Schicht bewirkt man die Anhaftung des Goldes durch Reiben mit dem Polirstahle, während der Gegenstand stets warm erhalten wird. Die letzte Schicht wird am schärfsten polirt, um den erforderlichen Glanz hervorzubringen.

b) Die sogenannte rauhe Vergoldung unterscheidet sich von der eben beschriebenen nur durch zwei Umstände, nämlich daß man die zu vergoldenden Flächen mittelst einer kurzen und breiten Messerklinge nach allen Richtungen mit zahllosen feinen Ritzen versieht, um durch diese stärkere Rauhigkeit ein festeres Haften des Goldes zu erzielen; und daß man wohl zehn bis zwölf Lagen, jede aus zwei Goldblättchen bestehend, über einander aufträgt, bis die Ritzen völlig verdeckt sind.

c) Die zu vergoldenden, vorläufig blank gemachten Stellen werden mit Bernsteinfirniß so dünn und gleichmäßig als möglich mittelst eines Pinsels überstrichen. Nachdem der Firniß in einem warmen Zimmer so weit getrocknet ist, daß er nur mehr sehr wenig klebt, legt man auf denselben das Blattgold in einer Schicht von mehreren Blättchen; drückt es mit Baumwolle an; erhitzt den Gegenstand über Kohlenfeuer oder auf andere angemessene Weise bis zum Blauanlaufen; wischt das Gold an den Stellen, wo es die vorgeschriebenen Umrisse etwa überschreitet, behutsam weg; reibt endlich mit dem Polirstahle bis die Vergoldung festsitzt und gehörigen Glanz hat.

d) Eine matte Vergoldung auf Eisen, Blei, Zink, bei Thor- und Balkongittern, Eisenwerk an Prachtkutschen u. dgl. m., wird dadurch erzeugt, daß man diesen Gegenständen einen gut deckenden Anstrich von rother oder gelber Oelfarbe (mit Mennige oder gelbem Ocher) gibt, nach dem völligen Trocknen desselben die Oberfläche sehr dünn aber gleichmäßig mit schnell trocknendem reinen Leinölfirniß benetzt, die Goldblätter auflegt, und mit Baumwolle oder einem großen weichen Haarpinsel gut andrückt. Die hierbei entstehenden Risse oder Löcher deckt man mit kleinen Stückchen Blattgold zu, welche auf dieselbe Weise

angedrückt werden. Nachdem der Firniß trocken geworden, ist das Gold fest und dauerhaft angeklebt.

## B. Holzvergoldung.

Holzwerk vergoldet man stets mittelst Blattgold, welches jedoch nie direkt auf der Holzoberfläche angebracht wird, sondern einen Anstrich zur Unterlage erhält, der eine glatte von auffallenden Poren freie Fläche darbietet, und dessen äußerste Schicht zugleich als Bindemittel zur Befestigung der Goldblätter dient. Das zu letzterem Zwecke benutzte Klebmittel ist entweder Oelfirniß oder Leim, daher die Unterscheidung von Oelvergoldung oder Leimvergoldung.

### 1. Oelvergoldung.

Diese ist von zweierlei Art, nämlich matte und Glanz-Oelvergoldung.

a) Matte Oelvergoldung, im Innern der Gebäude sowohl als äußerlich an Häusern und für im Freien befindliche Gegenstände überhaupt. Das Verfahren bei Herstellung derselben ist wesentlich dasjenige, welches für die letzte Art der Metallvergoldung (matte Vergoldung auf Eisen ꝛc.) so eben angegeben wurde, und findet auch Anwendung auf Marmor und anderen Steinen, Gyps ꝛc. — Zuerst gibt man, um alle Poren des Holzes zu verstopfen und eine dichte glatte Oberfläche zu erzeugen, drei oder vier dünne und gleichmäßige Anstriche von Bleiweiß, welches in Leinölfirniß angerieben und mit Terpentinöl verdünnt ist. Nach völligem Trocknen des letzten Anstrichs wird eine einzige dünne Schicht des sogenannten Goldgrundes aufgetragen, und diese vor gänzlichem Eintrocknen mit Goldblättern belegt, welche man mittelst Baumwolle (im den Vertiefungen mittelst eines Iltispinsels) gut andrückt, damit sie festkleben. Der Goldgrund ist eine schnell trocknende Oelfarbe aus altem starkem Leinölfirniß und gelbem Ocher; man kann hierzu die zäh gewordenen Reste verschiedener Oelfarben aus den Farbetöpfen der Anstreicher mit verwenden, indem man dieselben zusammenreibt und durch Leinwand filtrirt. Nach dem Trocknen hält der Goldgrund das Gold so fest, daß es selbst im Freien keines schützenden Ueberzuges bedarf; die Vergoldung erhält aber keinen Glanz, weil es ihr

an einer hinreichend glatten Unterlage fehlt. Gegenstände, welche der Reibung ausgesetzt sind, z. B. Treppengeländer u. dgl. überzieht man mit einem Weingeistfirnisse und zuletzt mit klarem Kopallack (Bd. VI., S. 132).

b) Glanz-Oelvergoldung, auf Kutschenbestandtheilen, manchen Möbeln rc. — Man zerreibt 2 Th. Bleiweiß, 1 Th. gelben Ocher und ein wenig Bleiglätte abgesondert recht fein, vermengt sie innig, reibt sie zusammen mit starkem Leinölfirniß an, verdünnt die fertige Farbe durch Terpentinöl, und streicht dieselbe in einer dünnen gleichmäßigen Lage auf das Holzwerk. Nach völligem Trocknen dieses Anstriches trägt man zehn bis zwölf Mal (in feinen Vertiefungen jedenfalls weniger oft) eine dünne Farbe von Bleiweiß und Leinölfirniß, mit Terpentinöl versetzt, auf; sorgt aber dafür, daß jede Schicht wenigstens einen Tag lang Zeit zum Trocknen behält. Der letzte Auftrag wird mit geschlemmten Bimssteinpulver und Wasser auf einem feinen wollenen Lappen oder einem Stücke feinen Hutfilzes glatt geschliffen und mit einem feuchten Schwamme wieder rein abgewischt; dann streicht man bei mäßiger Wärme vier bis sechs oder acht Mal mittelst eines Dachspinsels klaren weingeistigen Schellackfirniß auf, welcher zuletzt mit Schachtelhalm oder dem feinsten Glaspapier geschliffen, mit geschlemmten Tripel, Wasser und feinem Filz glänzend polirt wird. Das hierauf folgende Vergolden muß in einem sehr warmen staubfreien Zimmer vorgenommen werden, und wird auf die Weise verrichtet, daß man mit einer sehr weichen Haarbürste oder einem breiten Dachspinsel äußerst dünn den (vorstehend bei der matten Oelvergoldung erwähnten) Goldgrund oder statt dessen fetten Bernsteinfirniß aufstreicht, die ganze Oberfläche mit Goldblättern bedeckt, diese theils mit Baumwolle, theils durch Streichen und Betupfen mit einem trockenen Dachspinsel überall sorgfältig andrückt, und nun mehrere Tage Zeit zum Trocknen läßt. Die Vollendung und der Glanz wird durch Firnißen gegeben. Man überzieht nämlich die Vergoldung mit einem weingeistigen Goldfirniße (Bd. VI., S. 122) und setzt darauf schließlich zwei oder drei Lagen von hellem Kopallack (fettem Kopalfirniß), welchen man mit Tripel schleift und mit feiner Weizenstärke polirt, wie im VI. Bande, Seite 150, näher angegeben ist.

## 2. Leimvergoldung.

Die Leimvergoldung (zuweilen auch Wasservergoldung und vorzugsweise Glanzvergoldung genannt, in sofern bei derselben das Gold meist zu hohem Glanze polirt wird,) ist die gebräuchlichste Art der Vergoldung auf Holz, namentlich bei Spiegel- und Bilderrahmen, Tapetenleisten, Säulen und geschnitzten Verzierungen an Möbeln ꝛc.; hält aber nicht unter den Einflüssen der Witterung aus, verträgt überhaupt nicht Nässe und Reibung, so daß sie hierin der Oelvergoldung sehr nachsteht, während sie dieselbe an Feinheit und Zartheit des Ansehens ungemein übertrifft.

Die zu vergoldenden Gegenstände werden zuerst mit heißem Leimwasser (welches Manche, zum Schutz gegen Wurmfraß, mit Wermuth, Zwiebeln und Salz kochen) zwei oder drei Mal mittelst eines steifen Borstenpinsels bestrichen (das Leimtränken), um die Poren zu verstopfen; dann mit acht bis zwölf Lagen einer weißen Farbe (Grund, Kreidegrund) aus Leimwasser und geschlämmter Kreide überzogen, wobei man den Pinsel stoßend oder tupfend führt, damit die einzelnen Schichten sich gut mit einander verbinden und nicht in der Folge abblättern. Der Grund (mit welchem man auch etwaige Löcher und Risse des Holzes ausfüllt) wird, wenn dessen letzte Schicht ganz trocken ist, mit Schachtelhalm, Glaspapier, oder mit einem Stücke Bimsstein und eiskaltem Wasser glattgeschliffen. Das Schleifen mit Bimsstein ist besonders auf größeren geraden Flächen passend, und das dabei angewendete Wasser muß einerseits nicht in Ueberfluß genommen werden, andererseits sehr kalt sein, damit die Leimfarbe nicht aufgeweicht wird; aus gleichem Grunde macht man auch stets nur einen kleinen Theil der Fläche auf Ein Mal naß. Schnitzwerk verliert in seinen feinen Theilen durch das Grundiren die Schärfe, und muß deshalb mit Sorgfalt und großer Vorsicht mittelst der Bildhauer-Eisen (Bd. II., S. 172) nachgeschnitten — reparirt werden, so daß die Reinheit der Skulptur so viel möglich wieder hergestellt, aber doch keine Stelle von Grund entblößt wird. Dieses mühsame und oft sehr schwierige Verfahren, so wie die ganze bisher beschriebene Vorbereitung, fällt bei solchen Verzierungen weg, welche ganz aus mit

Leim angemachtem Kreidepulver oder anderen Pasten (Bd. I., S. 52—54, Bd. X., S. 607—609) in Formen verfertigt sind, und dadurch schon eine genügend glatte Oberfläche haben. Auf Rahmen ꝛc. befestigt man dergleichen Ornamente mittelst Leim, nachdem die schlichte grundirte Fläche bereits geschliffen ist. Gesimsleisten werden am schnellsten und vollkommensten reparirt, indem man sie auf einer Ziehbank durch Zieheisen (Bd. VII., S. 499) zieht, welche den überflüssigen Theil des Kreidegrundes abschaben.

Die nach Erforderniß reparirten oder geschliffenen und wieder rein abgeputzten Gegenstände werden zunächst mit dünnem Pergamentleim, in welchem ein wenig gelben Ochers verrieben ist, dünn überstrichen und nach dem Trocknen mittelst Schachtelhalm nochmals geglättet. Hierauf kommt ein dickerer, gelber oder rother Anstrich, das Poliment genannt, welcher dem Golde als unmittelbare Unterlage dient. Man bereitet das rothe Poliment z. B. aus 100 Theilen rothem Bolus, 12 bis 15 Th. feinem Reißblei, 12 bis 13 Th. Blutstein oder Röthel, welche erst einzeln mit Wasser fein gerieben, dann getrocknet, vermengt, mit einem kleinen Eßlöffelvoll Olivenöl versetzt und mit klarem Pergamentleim abgerieben werden; worauf man das Ganze durch ein seidenes Sieb laufen läßt. Oder 3 Pfund rother Bolus, 1 Pfund weißer Bolus, 3 Loth Reißblei werden höchst fein gepulvert und aufs Innigste zusammengemengt, mit 16 Loth geschabtem weißem Wachs unter stetem Umrühren zusammengeschmolzen, ausgegossen, nach dem Erkalten auf einem Reibsteine mit dem Eiweiß von 24 bis 28 Eiern zart abgerieben, getrocknet, aufbewahrt; zum Gebrauche aber jedes Mal mit Wasser frisch angerieben. Nach verschiedenen anderen Recepten wird das rothe Poliment aus rothem Bolus, Seife, etwas Wachs, Eiweiß und Leimwasser zusammengesetzt; das gelbe Poliment aus gelben Ocher und den eben genannten Stoffen mit Ausnahme des Bolus. Man trägt das Poliment warm mittelst eines feinen langhaarigen Pinsels auf, gibt damit drei Anstriche und reibt nach dem Trocknen des Letzten mit einem neuen trockenen Leinwandlappen. Die Arbeit ist so zum Aufbringen des Goldes fertig.

Das Blattgold wird auf einem Lederkissen ausgebreitet und

mittelst des Goldmessers nach Erforderniß zugeschnitten (Bd. III, S. 241). Zum Aufnehmen desselben und Uebertragen auf den Arbeitsgegenstand bedient man sich entweder einer Art flachen Pinsels (Anschießpinsel), der aus fächerähnlich zwischen zwei Kartenblätter eingelegten Eichhörnchen-Schwanzhaaren gebildet ist, oder (beim Vergolden ebener Flächen) eines auf seiner flachen Unterseite mit Sammet überzogenen Holzstücks. Um ein leichtes Anhaften des Goldes an diesen Werkzeugen zu sichern, wird vorläufig der Pinsel an der mit etwas Hammeltalg eingeriebenen warmen Wange des Arbeiters gestrichen, die Sammetbekleidung des Holzes aber nur angehaucht. Man beginnt mit dem Vergolden in den Vertiefungen der Arbeit, sofern dergleichen vorhanden sind, und legt überall die Goldblätter sorgfältig auf, nachdem die betreffende Stelle unmittelbar vorher mittelst eines feinen weichen Haarpinsels mit kaltem Wasser (oder Branntwein) benetzt worden ist. Durch dieses Benetzen beabsichtigt man nur die äußerste Oberfläche des Poliments in geringem Grade klebrig zu machen; warm gewordenes und zu früh oder in zu großer Menge aufgebrachtes Wasser würde das Poliment zu sehr erweichen: man erneuert deßhalb den Inhalt des Wassergefäßes alle halbe Stunden, oder kühlt ihn durch hineingelegtes Eis. Durch behutsames Daraufblasen werden die Goldblättchen auf der Arbeitsfläche ausgebreitet, und mittelst eines struppigen (weichen aber nicht zugespitzten) Haarpinsels drückt man sie zart an. Auf schlichten Flächen wird das Ausstrecken des Goldes am besten dadurch erreicht, daß man mittelst eines Pinsels hinterhalb — d. h. zwischen dem Poliment und dem Golde — ein wenig Wasser durchlaufen läßt, welches alle Fältchen ebnet. Der obere Rand des Goldblattes, wo das Wasser eingelassen wird, muß mit einem anderen Pinsel festgehalten und das unten austretende Wasser sogleich mit einem feinen Pinsel aufgetrocknet werden. Auf die äußere Fläche des Goldes darf kein Wasser kommen, weil es den Glanz desselben trüben und Flecken erzeugen würde. Löcher, Risse und andere nicht gehörig von Gold gedeckte Stellen der Vergoldung sind durch nachträgliches Auflegen und Andrüken kleiner Blattgoldtheilchen auszubessern.

Ist man mit dem Vergolden des ganzen Gegenstandes fer-

tig, so wird zum **Poliren** derjenigen Stellen geschritten, welche hohen Glanz bekommen sollen. Dieß geschieht durch behutsames Reiben mit einem Blutsteine oder geschliffenen und fein polirten Achate, der recht rein und trocken sein muß. Das Poliren gelingt am besten, wenn das Arbeitsstück (also das unter dem Golde liegende Poliment) nicht zu scharf ausgetrocknet ist; vorher muß die Vergoldung sorgfältig mittelst eines weichen langhaarigen Pinsels von etwa darauf befindlichen Staubtheilchen gereinigt werden. Sollte der Polirstein das Gold an einzelnen Punkten wegnehmen, so wird die entblößte Stelle wieder schwach mit frischem Wasser befeuchtet, ein Stückchen Gold darauf gelegt, und nach dem Trocknen polirt. Die nicht polirten Theile der Arbeit überstreicht man dünn und gleichmäßig mit sehr schwachem erwärmtem Leimwasser (von hellem Pergamentleim), wodurch sowohl das Ansehen der matten Fläche verbessert als auch das Gold dauerhafter befestigt wird: man nennt dies **Mattiren**, die **Matte** oder **Mattung** geben. An Stellen, welche eine besonders hohe Goldfarbe zeigen sollen, erreicht man diesen Zweck durch das **Hellen**, nämlich durch zartes und sehr vorsichtiges Bepinseln mit einer rothgelben Flüssigkeit (**Helle**), welche entweder durch Auflösen von Gummigutt und Drachenblut in Weingeist, oder auf die Weise dargestellt wird, daß man 6 bis 7 Th. Orlean, 3 Th. Gummigutt, 1 bis 2 Th. Drachenblut, 6 bis 7 Th. Pottasche mit Wasser kocht, die dünn-syrupartige Flüssigkeit durch Mousselin filtrirt und zum Gebrauch mit 12 bis 13 Th. arabischem Gummi, in 100 Th. Wasser aufgelöst, vermischt.

Der im Vorstehenden beschriebene Gang der Operationen wird befolgt, wenn man feine und werthvolle Arbeit zu vergolden hat. Bei geringen Gegenständen kürzt man das Verfahren auf mancherlei Weise ab, gibt z. B. weniger Lagen des Grundes, unterläßt theilweise das Repariren, trägt das Poliment schwächer auf und läßt den vorausgehenden gelben Anstrich ganz weg, gibt keine Helle, bestreicht schlichte matte Flächen (statt sie mit Blattgold zu vergolden) mit Muschelgold oder gar mit unechter gelber Bronze (Bd. VII., S. 179), beide in Leimwasser angerieben, rc. **Unechte** Holzvergoldung kann mit unechtem Blattgolde (Bd. VII., S. 180) hervorgebracht werden; gegenwärtig

pflegt man sie aber in der Regel dadurch zu erzeugen, daß man das Holzwerk mit Blattsilber **versilbert**, und dann mit einem Goldfirnisse (Bd. VI., S. 122) überzieht, welcher den Metallglanz des Silbers durchscheinen läßt, dabei aber die Farbe des Goldes ziemlich täuschend nachahmt.

Von altem vergoldetem Holzwerk kann das noch vorhandene Gold auf die Weise abgelöst und wieder gewonnen werden, daß man die Gegenstände eine Viertelstunde lang in kochendheißes Wasser legt, sie dann in ein anderes Gefäß mit weniger stark erwärmtem Wasser bringt und hier mit einer steifen Bürste abreibt. Hat sich nach und nach in dem Wasser dieses Gefäßes eine größere Menge der abgebürsteten Substanzen gesammelt, so dampft man es ab; erhitzt den trockenen Rückstand in einem Schmelztiegel zum Glühen, bis der Leim verbraunt ist, und zieht endlich das Gold mittelst Quecksilber oder Königswasser aus.

K. Karmarsch.

# Versilbern.

Das Ueberziehen von Metallen, Holz, ꝛc. mit Silber geschieht im Allgemeinen durch ganz ähnliche Verfahrungsarten wie das im vorstehenden Artikel beschriebene Vergolden; es kann demnach hier wieder dieselbe Anordnung und Eintheilung des Gegenstandes, wie dort, stattfinden.

## A. Metallversilberung.

I. **Chemische Versilberung.** Die Methoden, Metalle zu versilbern, sind bis auf sehr unbedeutende Ausnahmen von solcher Art, daß das Silber aus einer mit dem zu versilbernden Körper in Berührung gebrachten Silberverbindung abgeschieden werden muß; es wird hierzu der trockene Weg mit oder ohne Anwendung von Hitze, oder der nasse Weg eingeschlagen: daher die Unterscheidung von Feuerversilberung, kalter Versilberung und nasser Versilberung. Es ist zu bemerken, daß seit dem Bekanntwerden der galvanischen Versilberung diese durch ihre großen Vorzüge so überhand genommen hat, daß sie fast ganz allein angewendet wird. Wir können uns deshalb hinsichtlich der übrigen Methoden kurz fassen;

1. **Feuerversilberung** oder **heiße Versilberung.** — Sie geschieht entweder mit fertigem Silberamalgam; oder mit einer Mischung, aus welcher sich beim Auftragen auf die Waare erst Amalgam erzeugt; oder endlich ganz ohne Zwischenkunft des Quecksilbers.

a) Um mit fertigem Amalgam zu versilbern, wird ganz wie bei der Feuervergoldung verfahren, indem man Blattsilber oder das durch ein blankes Kupferblech aus einer salpetersauren Silberauflösung niedergeschlagene metallische Silberpulver mit dem fünf- bis sechsfachen Gewichte reinen Quecksilbers in einer porzellanenen Reibschale zusammenreibt und nachträglich in einem Tiegel erhitzt, oder dem im Tiegel rothglühend gemachten Silber das erwärmte Quecksilber zusetzt und gehörig umrührt; das in Wasser ausgegossene und nach Erforderniß ausgepreßte Amalgam mit Hilfe des Quickwassers auf die Gegenstände aufträgt; über Kohlenfeuer das Quecksilber abraucht; endlich die Versilberung mit Weinsteinpulver und Wasser abbürstet und, sofern dieß verlangt wird, mit dem Blutsteine polirt.

b) Zur zweiten Art der heißen Versilberung vermengt man 4 Theile mit reinem Wasser gut ausgewaschenen und getrockneten Silberpulvers (aus Silberauflösung durch Kupfer niedergeschlagen, s. oben), 1 Theil Quecksilberchlorid (Aetzsublimat), 16 Theile Salmiak, 16 Theile Kochsalz; reibt das Ganze mit Wasser zu einem feinen gleichförmigen Brei; trägt diesen auf die zu versilbernden Gegenstände, wo man ihn mittelst eines Pinsels recht gleichmäßig ausbreitet; legt die Stücke auf Kohlenfeuer und bedeckt sie mit Kohlen derartig, daß die versilberte Seite nicht berührt wird; erhitzt sie durch Anfachen des Feuers bis nahe zum Anfang des Rothglühens; nimmt sie heraus und wirft sie in ein Gefäß mit Wasser; kratzt sie endlich mittelst einer Kratzbürste recht sorgfältig ab. Der chemische Vorgang bei dieser Versilberung besteht darin, daß das Quecksilberchlorid in dem auf die Metallstücke (Kupfer, Messing, Tombak) aufgetragenen Brei durch das Metall selbst zersetzt und aus demselben Quecksilber abgeschieden wird, welches sich mit dem fein zertheilten Silber verbindet und als Amalgam die Waare überzieht; durch das Erhitzen wird das Quecksilber in Dampfgestalt weggetrieben. Man

pflegte die so erzeugte heiße Versilberung dadurch zu verschönern und zu verstärken, daß man durch Anreiben eine kalte Versilberung mit metallischem Silberpulver (s. unten) darauf setzte. — Zu dem oben erwähnten Brei kann, statt metallischen Silbers, Chlorsilber (aus der Silberauflösung durch Kochsalz niedergeschlagen) genommen werden, in welchem Falle dann das Chlorsilber von dem Kochsalze des nassen Gemisches aufgelöst und durch das zu versilbernde Metall zersetzt wird: daß Silber scheidet sich sonach mit dem Quecksilber zugleich ab, und Beide vereinigen sich zu Amalgam, welches den Gegenständen anhaftet. Recepte dieser Art sind folgende: 8 Th. Chlorsilber, 30 Th. Salmiak, 30 Th. Kochsalz, 30 Th. Glasgalle, 3 Th. Quecksilbersublimat; oder: 2 Th. Chlorsilber, 48 Th. Kochsalz, 48 Th. Zinkvitriol, 1 Th. Sublimat. Der Salmiak wirkt gleich dem Kochsalze auflösend auf das Chlorsilber; Zinkvitriol und Glasgalle aber dienen wahrscheinlich nur zur Vermehrung der Masse, gleichsam zur Verdünnung des Silbergehaltes.

c) Wenn man aus den unter b) vorgeschriebenen breiartigen Gemengen den Quecksilbersublimat wegläßt, übrigens aber wie angegeben verfährt, so erfolgt die Versilberung ebenfalls; sie ist alsdann einfach die Folge der Zersetzung des Chlorsilbers durch das versilberte Metall, wobei auf Letzterem das ausgeschiedene Silber haften bleibt. Es gibt aber zu dieser heißen Versilberung ohne Quecksilber noch andere Recepte. Man löse z. B. 3 Loth feines Silber (oder so viel legirtes Silber, daß darin 3 Loth feines Silber enthalten sind) in der nöthigen Menge Salpetersäure auf, und schlägt es durch zugesetztes Kochsalz — wovon nahe an 2 Loth, in Wasser aufgelöst, erfordert wird — als Chlorsilber daraus nieder. Letzteres wird mit reinem Wasser ausgewaschen. Dann zerstößt man 12 Loth Salmiak, 12 Loth Glasgalle und 12 Loth Kochsalz zu Pulver, und reibt dieselben nebst dem noch feuchten Chlorsilber mit gehörigem Wasserzusatze auf dem Reibsteine zu einem Brei. Sind nun kleine messingene oder kupferne Gegenstände nur auf einem Theile ihrer Fläche (etwa allein auf der Oberseite) zu versilbern, so trägt man den Brei mit einem Pinsel darauf; sollen sie aber gänzlich versilbert werden, so gibt man sie zu einer angemessenen Menge des Breies

in eine gläserne, irdene oder porzellanene Schale, und rührt darin mit einem großen Pinsel um, bis alle Stücke gehörig überzogen sind. In dem einem wie in dem andern Falle bringt man ferner die Gegenstände auf eine von unten erhitzte Kupferplatte, läßt sie bis zum Schmelzen des salzigen Breies heiß werden, löscht sie in Wasser ab, und kratzt sie mit der Kratzbürste und gepulvertem Weinstein naß ab, oder scheuert sie in einem Drehfasse mit Zusatz von Weinsteinpulver und Wasser.

Alle bisher (unter a, b, c) beschriebenen Arten der heißen Versilberung zeigen den Fehler, daß die Silberlage — besonders, wenn sie einiger Maßen dick ist — oftmals beim Poliren aufsteigt, d. h. unter dem gleitenden Drucke des Polirstahls oder Blutsteins Blasen bildet und sich vom Metalle ablöset. Dieß ist zwar nicht der Fall bei derjenigen Art der heißen Versilberung ohne Quecksilber, welche unter dem Namen Schmelzsilber vorkam, indem hier (wie der Name richtig ausdrückt) eine Zusammenschmelzung des Silbers mit der Unterlage statt findet: dagegen erscheint hier der Silberüberzug stets so rauh oder uneben, daß er unanwendbar auf allen Gegenständen ist, welche nicht nachträglich noch abgeschliffen oder gar mit der Feile geglättet werden können. Die Vorschrift zur Darstellung des Schmelzsilbers ist folgende: Man befeuchtet die wohl gereinigte (am besten blank abgefeilte) Oberfläche des zu versilbernden Kupfers, Messings ꝛc. mittelst eines Pinsels mit etwas Kochsalzauflösung, und bestreut sie durch ein feines Sieb gleichmäßig mit einem feingepulverten innigen Gemenge von 1 Theil metallischem (durch Kupfer aus Silberauflösung niedergeschlagenem) Silberpulver, 1 Th. Chlorsilber und 2 Th. gebranntem Borax. Hierauf erhitzt man den Gegenstand zwischen lebhaft brennenden Holzkohlen zum Rothglühen, löscht ihn in Wasser ab, und reinigt ihn mit der Kratzbürste. Er erscheint nun schon versilbert und zur Annahme einer noch stärkern Silberlage vorbereitet. Man trägt sodann mittelst des Pinsels einen dicken Brei von gleichen Theilen metallischem Silberpulver, Salmiak, Kochsalz, Zinkvitriol und Glasgalle — zusammen nebst ein klein wenig arabischem Gummi in Wasser fein abgerieben — auf; glüht bis zur Kirschrothhitze, löscht in siedendem Wasser ab, und kratzt mit der

37*

Kratzbürste in kaltem Wasser. Die ganze Behandlung vom Auftragen des Breies an wird noch vier oder fünf Mal wiederholt, wodurch die Versilberung eine bedeutende Stärke gewinnt.

2. Kalte Versilberung durch Anreiben mit Chlorsilber. — Man bedient sich derselben, wegen ihrer wohlfeilen und schnellen Herstellungsart, auf Kleinigkeiten aus Messing, Tombak oder Kupfer, welche eine Silberfarbe haben sollen ohne einer starken Versilberung zu bedürfen, wie z. B. glatte Zifferblätter von Tischuhren, Thermometer- und Barometer-Skalen, rc. Der damit zu erlangende Silberüberzug ist äußerst schwach, und darf keiner Reibung ausgesetzt werden.

Man vermengt und reibt zu feinstem Pulver: 1 Th. Chlorsilber, 6 Th. Kochsalz, 6 Th. Weinsteinkrystalle; nimmt hiervon ein wenig auf einen mit Wasser benetzten reinen Korkpfropf oder ein befeuchtetes weiches Lederbäuschchen, und reibt damit den schon gehörig blank gemachten Gegenstand, welcher zuletzt abgespült und an reiner Leinwand abgetrocknet wird. Das Chlorsilber wird hier durch das zu versilbernde Metall selbst zersetzt und das Silber daraus abgeschieden, wie bei der heißen Versilberung, Methode c; das Kochsalz dient zur vorläufigen (die Zersetzung sehr erleichternden) Auflösung des Chlorsilbers, der Weinstein aber zur Reinigung der Versilberung von dem entstandenen Chlorkupfer. Zusätze von Kreide, Pottasche rc. zu dem Versilberungspulver (wie sie oft vorgeschrieben sind) schaffen keinen Nutzen, sind eher nachtheilig.

3. Nasse Versilberung. Es gehören hierher die Versilberung durch Anreiben nach Stein, die verschiedenen Arten Silbersud, die Kontakt-Versilberung nach v. Frankenstein, und die galvanische Versilberung.

a) Versilberung durch Anreiben. Schon bei der vorstehenden kalten Versilberung ist die beim Aufreiben des Pulvers mitwirkende Feuchtigkeit des Korks oder Leders ein wesentlicher Umstand, indem durch sie kleine Antheile Chlorsilber mittelst des Kochsalzes aufgelöst, und so erst der Zersetzung zugänglich gemacht werden; und in so fern kann die Methode nicht streng genommen als eine Versilberung auf trockenem Wege bezeichnet werden. Es reiht sich daran (was das mechanische Verfahren

der Ausführung betrifft) sehr nahe die von Stein angegebene Versilberung durch Anreiben mittelst Cyankaliumsilber, welche in Folgendem besteht: Man reibt 1 Theil krystallisirtes salpetersaures Silberoxyd zu feinstem Pulver, vermengt damit 3 Theile eben so fein zerriebenes Cyankalium, macht das ganze mit destillirtem Wasser zu einem dicklichen Brei, und trägt diesen mit einem wollenen Läppchen auf das polirte Kupfer, Messing, Tombak oder Neusilber auf. Es ist Sorge zu tragen, daß nicht zu viel von der Masse auf dem Läppchen sich befinde, und daß dieselbe möglichst rasch und gleichmäßig auf der ganzen zu versilbernden Fläche verrieben werde. Sobald man bemerkt, daß die Versilberung gleichförmig geworden ist, muß sie mit einem feuchten Schwamme abgewaschen und alsdann mit Leder oder feiner Leinwand völlig trocken gerieben werden. Sie erscheint nun — besonders auf Messing — ausgezeichnet schön; haftet zwar nicht so fest, daß sie ein sehr kräftiges Reiben mit Kreide oder Tripel vertragen könnte; kann aber von Zeit zu Zeit durch Putzen mit der angegebenen Mischung ohne nennenswerthe Kosten aufgefrischt und so stets rein und glänzend erhalten werden. (Auf die in hohem Grade giftige Natur des Cyankaliums ist hier, der Vorsicht halber, aufmerksam zu machen.

b) Silbersud. Unter den verschiedenen hierzu vorhandenen Vorschriften scheinen folgende zwei am meisten Empfehlung zu verdienen: 4 bis 5 Theile Chlorsilber werden durch Kochen mit 16 Th. Kochsalz, 16 Th. Weinstein und der nöthigen Menge Regenwasser in einem porzellanenen oder emaillirten gußeisernen Gefäße aufgelöst; in die kochende Flüssigkeit bringt man die zu versilbernden Messing- oder Kupfergegenstände, welche nach etwa einer Viertelstunde versilbert erscheinen, abgespült und getrocknet werden. Oder: Gleich viel Weinstein und Kochsalz werden durch Kochen in Wasser aufgelöst. Daneben löset man Salmiak bis zur Sättigung in Wasser, und in dieser Flüssigkeit Chlorsilber; setzt hiervon eine geringe Menge zu der erstlich erwähnten Auflösung; und kocht in dem Gemisch die Gegenstände, welche hiernach mit Weinsteinpulver naß abgebürstet, in reinem Wasser gespült, endlich abgetrocknet werden.

Verweilt die Waare zu lange Zeit in dem Sude, so haftet

ein Theil des niedergeschlagenen Silbers nicht fest darauf, sondern kann abgerieben werden; starke Versilberung kann also durch das Sieden eben so wenig erreicht werden, als durch die verschiedenen Arten des Anreibens.

c) Kontakt-Versilberung. Die von dem Erfinder v. Frankenstein so genannte Methode der Versilberung mittelst derjenigen geringen Electricitätserregung, welche in einer silberhaltigen Flüssigkeit bei Berührung des zu versilbernden Metalls mit Zink statt findet, wird genau auf dieselbe Weise vollführt, wie dessen Kontakt-Vergoldung (s. Artikel Vergolden unter A, I., 2, b). Es ist demnach hier nichts weiter als die Zusammensetzung der dabei — statt der Goldauflösung — angewendeten Silberflüssigkeit zu erörtern. Man bereitet Letztere auf eine der beiden nachstehenden Arten: a) 1 Theil Chlorsilber, 5 Theile gelbes Cyaneisenkalium (Blutlaugensalz), 5 Theile kohlensaures Kali (gereinigte Pottasche), 2 Theile Kochsalz werden mit einander zu Pulver zerrieben, mit 50 Theilen Wasser übergossen und noch mit 5 Theilen Ammoniak (Salmiakgeist) versetzt; das Gemisch läßt man eine Stunde lang kochen, während man von Zeit zu Zeit das verdampfende Wasser ersetzt; endlich filtrirt man von dem braunen Bodensatze ab, und verwahrt die blaßgelbe Flüssigkeit bis zum Gebrauch in einer verstopften gläsernen Flasche. b) 1 Loth fein Silber wird in 2 Loth reiner Salpetersäure aufgelöst, und die Lösung in Wasser gegossen, worin 1 Loth Kochsalz aufgelöst sich befindet. Der entstehende weiße Niederschlag (Chlorsilber) wird mit Wasser gut ausgewaschen und dann mit 8 Loth Salmiakgeist übergossen. Daneben hat man eine Lösung von 5 Loth Cyankalium, 5 Loth krystallisirter Soda, 2 Loth Kochsalz und 5 Pfund Wasser bereitet und erwärmt: in diese gießt man nun die Auflösung von Chlorsilber und Salmiakgeist, worauf das Ganze noch einige Minuten im Kochen erhalten und endlich filtrirt wird.

Diese Silberflüssigkeiten können kalt oder erwärmt (sogar kochend) angewendet werden; im letztern Falle geht das Versilbern schneller und der Silberüberzug erscheint sogleich matt, während in der nicht erwärmten Flüssigkeit (auf vorher polirten Gegenständen) die Versilberung Glanz behält so lange sie nur ganz

dünn aufliegt. Die Bildung von Cyanzink, welches die Flüssigkeit verunreinigt und ein öfteres Filtriren derselben nöthig macht, findet hier wie bei der Kontakt-Vergoldung statt. Alle Metalle, welche durch Letztere vergoldet werden können, lassen sich auch nach gegenwärtiger Art versilbern. Die Versilberung geht ungemein leicht und viel schneller als die Vergoldung von Statten; dabei ist es gar nicht oder selten nöthig, zwischendurch die Gegenstände herauszunehmen und mit Weinstein abzubürsten: nur zuletzt ist diese Reinigung jedenfalls anzuwenden, wo sie denn die Farbe der Versilberung wesentlich erhöht, Flecken und mattgrau angelaufene Stellen ꝛc. wegnimmt.

d) Galvanische Versilberung. Sie wird auf dieselbe Weise wie die galvanische Vergoldung (s. den Artikel Vergolden) bewerkstelligt, nur daß statt der goldhaltigen Flüssigkeit eine silberhaltige zur Anwendung kommt. Auch hier kann demnach die einfache galvanische Kette, eine galvanische Batterie oder eine magnetische Rotationsmaschine zur Erregung des electrischen Zustandes gebraucht werden, für welche drei Fälle genau das beim Vergolden Angeführte gilt. Auf die eine oder die andere Weise in Ausübung gesetzt, hat das galvanische Versilberungsverfahren vor allen anderen Methoden den ungemein großen Vorzug, daß es einen nach Belieben starken oder schwachen, dabei ausgezeichnet schönen und fest anhaftenden Silberüberzug auf den verschiedenartigsten Metallen zu erzeugen gestattet; es hat auch in der That die sonst gebräuchlichen Arten der Versilberung nicht nur, sondern sogar die Silberplattirung auf Kupfer (Bd. XI., S. 150) fast gänzlich verdrängt, weil die Aufbringung des Silbers auf die fertigen Metallwaaren ein weit angemessenerer und auch (durch Vermeidung der Abfälle) ökonomischerer Weg ist als die Ueberziehung des Bleches vor dessen Verarbeitung. Nicht wenig schätzbar ist auch der Umstand, daß auf den durch Gebrauch abgenutzten Waaren die Versilberung mit großer Leichtigkeit erneuert werden kann, wogegen man vor Erfindung der galvanischen Versilberung die aus plattirtem Bleche gearbeiteten Gegenstände auf keine Weise wieder mit einem guten und haltbaren Silberüberzuge zu versehen im Stande war. Sehr beliebt sind die aus Neusilber (Argentan, Packfong) und aus Britannia-

Metall (antimonhaltigem Zinn) verfertigten und galvanisch versilberten Artikel, welche wegen der weißen Farbe ihres Körpers nicht dem höchst unangenehmen Rothwerden der kupfernen silberplattirten Waaren unterliegen. Die auf galvanischem Wege mit starker Versilberung versehenen, an Dicke der Silberlage oft die beste Plattirung übertreffenden Gegenstände pflegt man galvanisch plattirt (in England electro-plated) zu nennen, oder ohne alle Nebenbezeichnung als „plattirt" in den Handel zu bringen.

Bewährte galvanische Versilberungsflüssigkeiten werden nach folgenden Vorschriften dargestellt: a) Man löset 4 Loth altes (12 oder 13löthiges) Arbeitssilber in der erforderlichen Menge reiner Salpetersäure auf, verdünnt die Auflösung mit Regenwasser und setzt nun eine Lösung von 3 Loth Kochsalz so lange hinzu, bis der weiße Niederschlag, welcher Chlorsilber ist, sich nicht weiter vermehrt. Das Chlorsilber wird mit Wasser gut ausgewaschen, in einer Porzellanschale mit der Auflösung von 1½ Pfund gelbem Cyaneisenkalium (Blutlaugensalz) in 16 bis 20 Pfund Wasser übergossen, noch dazu mit 1 Pfund Salmiakgeist versetzt, endlich wenigstens eine Stunde lang unter Ersatz des verdampfenden Wassers gekocht. Wenn hiernach der entstandene braune Bodensatz durch Filtriren abgesondert ist, bewahrt man die klare gelbe Flüssigkeit zum Gebrauche auf. b) Das wie unter a) bereitete und ausgewaschene Chlorsilber wird in einer Auflösung von Cyankalium gelöset und die Flüssigkeit filtrirt. c) Man löset 1 Loth krystallisirtes salpetersaures Silberoxyd in 1 bis 2 allenfalls auch 3½ Pfund destillirten Wassers (bei viel Wasser erhält man glänzende, bei wenig Wasser matte Versilberung); und setzt eine in wenig Wasser bereitete Auflösung von 1 bis 2 Loth Cyankalium hinzu, so lange bis der anfangs entstandene weiße Niederschlag (Cyansilber) wieder verschwunden ist; filtrirt und bewahrt die wasserklare Flüssigkeit in gut verstopften Glasflaschen zum Gebrauch.

Beim Versilbern mit der Batterie oder mit dem magnetischen Rotationsapparate wird an dem zweiten Leitungsdrahte, welcher nicht mit dem zu versilbernden Gegenstande in Berührung ist, ein Blech von feinem Silber befestigt, wie bei der Vergoldung ein

Goldblech. Die Versilberung gelingt übrigens noch leichter als die Vergoldung, d. h. es ist zu Ersterer ein geringerer Grad von Elektrizität (eine schwächere Batterie) genügend und das Erwärmen der Flüssigkeit stets unnöthig. Um auf matt versilberten Gegenständen, welche nicht polirt werden sollen, das schöne weiße Matt unverletzt zu erhalten, darf man dieselben nicht mit der Kratzbürste berühren, sogar nicht einmal durch Reiben an Leinwand abtrocknen: man taucht sie deshalb, nachdem sie aus der Silberflüssigkeit genommen und mit Regenwasser gut abgespült sind, auf ein paar Minuten in kochendes Regenwasser, zieht sie wieder heraus und läßt sie an der Luft vermöge ihrer eigenen Wärme trocken werden. Putzt man die matten Gegenstände mit gepulvertem Weinstein, etwas Wasser und einer Kratzbürste ab, so erhalten sie eine glänzende weiße Farbe; hoher Glanz wird mittelst des Blutsteins oder Polirstahls gegeben.

Hat man längere Zeit mit einer Silberlösung versilbert, so setzt man derselben etwas in Wasser aufgelöstes salpetersaures Silberoxyd zu, und fügt in dem Falle, daß sich etwa der entstehende weiße Niederschlag nicht von selbst beim Umrühren wieder auflösen sollte, auch noch so lange Cyankalium bei, bis alles klar wird; kocht dann einmal auf und filtrirt. Bei Anwendung der mit gelbem Blutlaugensalz bereiteten Versilberungsflüssigkeit ereignet es sich zuweilen, daß während eines länger dauernden Einhängens der versilberte Gegenstand etwas grau wird; dann muß man denselben herausnehmen, mit Weinstein abputzen, spülen und von Neuem einhängen. Manchmal zeigen galvanisch versilberte Gegenstände, wenn sie aus der Silberflüssigkeit kommen, einen gelblichen Schein, der bei längerem Verweilen an der Luft noch stärker wird. Mourey hat gelehrt diesem Uebel zu begegnen, indem man das versilberte, abgespülte und getrocknete Stück in kochend heiße konzentrirte Boraxauflösung taucht oder mit Brei von Boraxpulver und Wasser bedeckt, auf Kohlenfeuer (jedoch nicht ganz bis zum Glühen) erhitzt, in sehr verdünnter Schwefelsäure abbeizt, von Neuem spült, in Sägespänen trocknet und schließlich, zur Verjagung jedes Restes von Feuchtigkeit, auf ein heißes Eisenblech legt. Im Gebrauche oder bei der Aufbewahrung gelbgewordene Gegenstände erhalten die rein weiße Farbe

der Versilberung wieder, wenn man verkohlten (in einem Tiegel schwarz gebrannten) Weinstein zu feinem Pulver zerreibt, mit Wasser zu dicken Brei anmacht; von Letzterem etwas auf das rein abgespülte versilberte Stück aufträgt, dieses zum Eintrocknen des Ueberzuges auf Kohlenfeuer erhitzt, einige Augenblicke in Wasser mit etwas Weinstein versetzt siedet, in reinem Wasser sorgfältig spült, eine kleine Weile in kochendes Wasser hängt, und an der Luft abtrocknen läßt.

Die galvanische Versilberung ist auf Kupfer, Messing, Tombak, Glockenmetall, Neusilber, Guß- und Schmiedeeisen direct mit gutem Erfolge ausführbar; auf polirtem Stahl und auf Zinn hält sie gewöhnlich nur dann fest, wenn man die Stücke vorher galvanisch überkupfert hat; Zink muß jedenfalls voraus verkupfert sein. Desbordeaux bemerkt, daß sich vom Stahle während des Versilberungsprozesses öfters die Kupferhaut wieder ablöset, und empfiehlt daher statt der Verkupferung folgende nach seiner Erfahrung bessere Vorbereitung: Man löset 1 Theil salpetersaures Silberoxyd in 60 Theilen Wasser, 1 Theil salpetersaures Quecksilberoxyd ebenfalls in 60 Theilen Wasser, mischt diese beiden Auflösungen und dazu noch 4 Theile Salpetersäure von 40° Baumé (sp. Gew. 1.375), taucht den Stahl in diese Flüssigkeit, und reibt nach dem Wiederherausziehen den schwarzen pulverförmigen Ueberzug mittelst eines Leinwandläppchens und ein wenig Aetzkaliauflösung ab: die Stücke haben nun einen schwachen Silberanflug, werden ohne Weiteres in die galvanische Versilberungsflüssigkeit gebracht, nach einiger Zeit herausgenommen, abgetrocknet, so stark erwärmt, daß sie in der Hand brennen, endlich der fortgesetzten galvanischen Versilberung unterworfen. Auch auf gußeisernen Gegenständen liefert die eben beschriebene Behandlung gute Resultate.

Die galvanische Verkupferung, welcher so eben als eines Hülfsmittels beim Versilbern gedacht wurde, und die außerdem in gleicher Art bei einigen Fällen der galvanischen Vergoldung von Nutzen ist, so wie als selbständige Zubereitung von Eisen, Zink- u. a. Metallgegenständen (ohne nachfolgende Vergoldung oder Versilberung) Werth hat, geht langsamer von Statten und erfordert einen stärkeren elektrischen Strom als die

Vergoldung, so daß, nach Elsner, in Fällen wo eine Batterie von 2 Elementen zum Versilbern und eine von 4 Elementen zum Vergolden genügte, zur Verkupferung 6 Elemente angewendet werden mußten. Mittelst verdünnter Kupfervitriolauflösung können Metalle im gewöhnlichen galvanoplastischen Apparate, d. h. mit der einfachen galvanischen Kette, verkupfert werden; einen fest haftenden Kupferüberzug gewinnt man aber am besten durch Cyankaliumkupferlösung, bei deren Anwendung der Gebrauch einer Batterie unerläßlich ist. Die gedachte Verkupferungsflüssigkeit kann man nach einer der folgenden Anweisungen bereiten. a) Nach Fehling: Man löset 4 Loth zu gröblichem Pulver zerriebenen Kupfervitriol in $1\frac{1}{2}$ Pfund Wasser, und setzt hierzu eine Auflösung von 8 bis 10 Loth Cyankalium in 2 Pfund Wasser, wobei anfangs ein Niederschlag entsteht, welcher aber gegen Ende und bei gehörigem Umrühren sich völlig wieder auflöset. b) Nach Böttger: Kupferasche (Kupferhammerschlag) wird mit einer Auflösung von 1 Theil Cyankalium in 6 Theilen Wasser eine halbe Stunde lang bei 70° R. digerirt, die abfiltrirte Flüssigkeit dann mit einem dem ihrigen gleichen Maße Wasser verdünnt.

Eine Auflösung von weinsaurem Kupferoxydkali ist nach Philipp zum Verkupfern mittelst der Batterie ebenfalls sehr geeignet und wird dargestellt, indem man eine beliebige Menge Weinsteinkrystalle mit ihrem zehnfachen Gewichte Regenwasser durch Kochen auflöset; dann so viel frisch bereitetes, mit kaltem Wasser ausgewaschenes, kohlensaures Kupferoxydhydrat (blauer Niederschlag beim Vermischen der Auflösungen von Kupfervitriol und gereinigter Pottasche) zusetzt, bis ein Theil des Letztern unaufgelöst liegen bleibt; die gewonnene dunkelblaue Flüssigkeit durch einen geringen Zusatz gereinigter Pottasche alkalisch macht, und sie endlich mit viel Wasser verdünnt.

Gegenstände von Guß- oder Schmiedeisen kann man zum Behufe der Verkupferung am schnellsten, und ohne daß sie nachtheilig angegriffen werden, reinigen, wenn man sie in verdünnte Schwefel- oder Salzsäure legt, der eine geringe Menge Steinkohlentheer, Holztheer oder Holzessig beigemischt ist; nachdem sie hierin ganz metallisch blank geworden sind, werden sie in reinem

Wasser gut abgespült und sogleich in die Verkupferungsflüssigkeit gebracht. Zinkwaaren erlangen die nöthige blanke Beschaffenheit nach Lüdersdorff's Beobachtung am leichtesten dadurch, daß man sie einige Sekunden lang in ein Gemisch von 2 Theilen starker Salpetersäure, 1 Theil konzentrirter Schwefelsäure und 3 Theilen Wasser taucht, sogleich in ein Gefäß mit reinem Wasser wirft, sorgfältig in einer anderen Portion Wasser abspült, und endlich schnell abtrocknet. Will man der Zinkoberfläche ein sehr schönes mattes Ansehen geben (welches ein nachher darauf abgelagerter dünner Kupferüberzug ebenfalls beibehält), so bringt man sie nach dem eben beschriebenen Blankbeitzen auf kurze Zeit in eine zweite Beitzflüssigkeit, welche durch Auflösen von Zinkspänen in Salpetersäure bis zur Sättigung, und Zusatz von etwas überflüssiger Salpetersäure dargestellt wird. Hat man frisch gegossene noch nicht angelaufene Zinksachen zu verkupfern, so wird alles Abbeitzen entbehrlich.

Beim Verkupfern bringt man den in die Kupferflüssigkeit gelegten Gegenstand von Eisen, Stahl, Zink ꝛc. mit dem Drahte Z der galvanischen Batterie (Taf. 484, Fig. 2) in Berührung; an dem Ende des Drahtes K hingegen befestigt man ein blankes Stück Kupferblech, welches allmälig sich auflöset und dadurch die Flüssigkeit lange Zeit auf dem zur Verkupferung erforderlichen Grade von Konzentration erhält. Auf vorher polirten Metallstücken stellt sich die mit sehr schwachen Kupferflüssigkeiten erzeugte Verkupferung glänzend, hingegen die mit mehr konzentrirter Flüssigkeit hervorgebrachte, besonders bei lange fortgesetzter Einwirkung des electrischen Stromes, also größerer Stärke der abgelagerten Schicht, matt dar. Durch Erwärmen der Kupferflüssigkeit (z. B. auf 60° R.) ist die Vollendung der Arbeit bedeutend zu beschleunigen.

Wird die Verkupferungsflüssigkeit mit einer zink- oder zinnhaltigen Auflösung gemischt, so schlagen sich durch die Einwirkung der Batterie Legirungen von Zink oder von Zinn mit Kupfer auf das behandelte Metall nieder, und Letzteres (z. B. Zinn, Britannia-Metall, Hartblei ꝛc.) bekommt einen Messing- oder Bronze-Ueberzug. Doch erfolgt die Ablagerung der beiden Metalle nicht in demselben Mengenverhältnisse, in welchem sie

neben einander aufgelöst sind, und die nöthige Zusammensetzung der Flüssigkeit, welche einen bestimmten Farbenton von Messing-, Tombak- oder Bronzegelb hervorbringen soll, muß deshalb durch vorläufige Versuche ausgemittelt werden. Ein Paar bewährte Recepte mögen hier folgen. a) Zum Messing-Niederschlag: 100 Theile Wasser, 10 Th. kohlensaures Kali, 1 Th. Kupferchlorid, 2 Th. schwefelsaures Zinkoxyd, 1 Th. Cyankalium; oder: 1 Th. Kupfervitriol in 4 Th., 8 Th. schwefelsaures Zinkoxyd in 16 Th., 18 Th. Cyankalium in 36 Th. heißen Wassers aufgelöst, die Lösungen gemischt und schließlich noch mit 250 Th. destillirten Wassers verdünnt. b) Zu Bronze-Niederschlag: 100 Th. Wasser, 10 Th. kohlensaures Kali, 2 Th. Kupferchlorid, 1 Th. Zinnchlorür (Zinnsalz), 1 Th. Cyankalium; oder: 32 Th. Kupfervitriol in 512 Th. Wasser gelöst, 64 Th. Cyankalium zugesetzt, endlich nach erfolgter klarer Auflösung 4 bis 5 Th. Zinnchlorid in Aetzkalilauge gelöset beigemischt. Es ist bei allen diesen Flüssigkeiten räthlich, sie in heißem Zustande anzuwenden. An dem positiven Leitungsdrahte wird statt des Kupferbleches ein Blech aus einer Legirung angebracht, welche mit der niederzuschlagenden möglichst übereinstimmt; also beziehungsweise Messing oder mit Zinn versetztem Kupfer.

II. Mechanische Versilberung. Hierher muß das Aufreiben von feinem metallischem Silberpulver und die Bekleidung mit Blattsilber gerechnet werden.

1. Anreiben mit Silberpulver (eine Art der kalten Versilberung, s. oben I. 2). Man schlägt aus einer Auflösung des Silbers in Salpetersäure, durch ein hineingestelltes blankes Kupferblech, Silber in Gestalt eines feinen Pulvers nieder; wäscht dieses mit Wasser aus, trocknet es; reibt 1 Th. desselben mit 2 Theilen raffinirtem Weinstein und 2 Theilen Kochsalz in einer Schale oder auf dem Reibsteine zusammen, wobei man zuletzt Wasser zusetzt, um einen ziemlich dünnen Brei zu bilden. Man nimmt ferner mit dem Finger, der in ein feines dichtes Leinwandläppchen gehüllt ist, etwas von dem Brei auf, und reibt damit anhaltend die Messing- oder Kupferfläche, welche versilbert werden soll. Ist die weiße Farbe genügend zum Vorschein gekommen, so wird das Stück in warmem Wasser gut abgespült, durch

abwischen und zuletzt durch gelinde Erwärmung getrocknet. Diese Versilberung ist stets sehr schwach; sie wird selten und namentlich weniger gebraucht als die weiter oben beschriebene durch Anreiben mit Chlorsilber. Eine eigenthümliche Anwendung derselben wird in den Uhrenfabriken in der Schweiz gemacht, um den galvanisch vergoldeten messingenen Uhrbestandtheilen das beliebte feinkörnige Ansehen zu geben. Das Verfahren, wie es Mathey beschrieben hat, ist in Kürze folgendes: Wenn die Messingstücke fertig gefeilt und geschliffen sind, taucht man sie 2 bis 3 Minuten lang in Wasser, welches durch etwa 10 Prozent Salpetersäure geschärft ist; reinigt sie unabgetrocknet mittelst einer Kratzbürste in Essig, spült sie in reinem Wasser und vergoldet sie sogleich, ohne sie recht abzutrocknen, auf galvanischem Wege, für dieses Mal jedoch sehr schwach. Nun hat man ein feinpulveriges inniges Gemenge von 1 Theil Silberpulver, 6 Theilen Kochsalz und etwa 3 Theilen Weinstein bereit, welches man mit Wasser zu einem dünnen Teige anmacht. Diesen nimmt man auf eine sehr reine nicht zu steife kleine Bürste von der Art der gewöhnlichen Fingernägelbürsten, und bürstet damit in kreis- oder spiralförmigen, bald rechts bald links herum gehenden Zügen, etwa 1 Minute lang, das auf einem Stücke Kork mittelst einiger Stifte befestigte Arbeitsstück. Je mehr Weinstein dem Silberpulvergemenge zugesetzt wurde, desto feiner und weißer fällt das Korn aus. Dann wird das Stück mit einer schwachen und biegsamen Kratzbürste aus Messingdraht übergangen, um einen milden Glanz des Korns zu erzeugen; zum zweiten Male (und jetzt beliebig stark) galvanisch vergoldet; endlich wieder gekratzt. Das zur Vermengung mit Kochsalz und Weinstein gebrauchte Silberpulver ist entweder durch Kupfer aus salpetersaurer Silberauflösung gefällt, oder aus Chlorsilber durch Zink reduzirt (Bd. XV., S. 161), oder durch Zerreiben von Blattsilber mit Honig dargestellt. (Bd. VII., S. 179). Neuerlich zieht man es vor, die Gegenstände durch Gelbbrennen in starker Salpetersäure vorzubereiten und dann sogleich (ohne vorgängige erste Vergoldung) das Silberpulver aufzureiben; alles Folgende bleibt dann aber so wie angegeben.

2. Versilberung mittelst Blattsilber. Eisen und größere Stahlsachen werden in einzelnen Fällen auf diese Weise versilbert. Das Verfahren stimmt mit dem überein, welches im Artikel Vergolden (A, II, 2, a und b) beschrieben ist. Bei der rauhen Versilberung legt man wohl 30 bis 50 Silberblättchen (in Schichten von je 4 oder 6) über einander, um eine gehörig starke Bedeckung zu erlangen. Kupferwaaren mit Blattsilber versilbert kommen jetzt kaum mehr vor; indessen muß auf die Versilberung der Drahtstangen (Bd. IV., S. 228) hingewiesen werden.

## B Holzversilberung.

Versilberung auf Holzwerk kommt ziemlich selten vor, und wird nach allen den im Artikel Vergolden bezüglich der Holzvergoldung angegebenen Methoden genau wie diese selbst ausgeführt; nur daß man sich statt des geschlagenen Goldes des geschlagenen Silbers bedient, und Letzterem oft statt der rothen eine weiße Unterlage gibt. In diesem Falle wird bei der Oelversilberung statt des durch Ocher gefärbten Goldgrundes ein mit Bleiweiß zubereiteter Silbergrund aufgetragen; und bei der Leimversilberung (welche noch eher manchmal verlangt wird) ein weißes Poliment angewendet, dessen Bestandtheile weißer Bolus, Kreide, Leimwasser und weißes Wachs oder Seife sind. Man hat empfohlen (und vielleicht auch versucht) dünn geschlagenes Platin statt des Silbers zu gebrauchen, weil Ersteres von schwefelwasserstoffhaltigen Ausdünstungen nicht anläuft (schwarz wird); allein die sehr erhöhten Kosten und die viel schlechtere Farbe des Metalls stehen einer ernstlichen Anwendung dieses Verfahrens im Wege.

Sehr häufig dagegen wird (wie schon am Schlusse des Artikels Vergolden berührt ist) die Leimversilberung durch einen gelben Firnißüberzug zur Nachahmung der Vergoldung benutzt. Man geht bei Herstellung dieser unechten Holzvergoldung auf folgende Weise zu Werke (wodurch zugleich die Holzversilberung überhaupt näher erläutert wird und kleine auch auf das Vergolden bezügliche Modificationen sich ergeben). Man überzieht zuerst, mittelst stoßender oder tippender Bewegung des

Pinsels, das Holzwerk drei oder vier Mal mit dünnem klarem Leimwasser, wobei darauf zu sehen ist, daß der vorangegangene Ueberzug gut trocken sei, bevor man einen neuen gibt. Dann trägt man in gleicher Weise vier oder fünf Schichten von Schlämmkreide in Pergament- oder Lederleim angerieben auf; schleift nach dem Trocknen der letzten Schicht mit nassem Schachtelhalm, verstreicht dabei den sich ergebenden Schlamm, ohne ihn abzuwischen, mit dem Finger oder mit der flachen Hand; schleift nach abermaligem Trocknen mit trockenem Schachtelhalm und pinselt den jetzt abfallenden Staub weg. Auf den so geschliffenen Kreidegrund werden zwei recht gleichmäßige Anstriche von unvermischtem dünnem Pergamentleim gegeben, wonach man das Poliment aufträgt. Um dieses zu bereiten, läßt man 2 Loth weißes Wachs mit 1 Loth venetianischer Seife unter beständigem Umrühren auf Kohlenfeuer zergehen; rührt 1 Pfund trocken zum zartesten Pulver geriebenen gelben Ocher hinein; mengt nach dem Erkalten das Weiße von 12 Eiern bei, welches zwei Tage vorher zu Schaum geschlagen worden ist; und reibt schließlich das Ganze recht sorgfältig auf dem Reibsteine ab. Mit diesem Poliment wird der Gegenstand drei Mal überstrichen, und zwar das erste Mal sehr dünn, dann etwas stärker und zum letzten Male am stärksten. Der dritte Anstrich wird mit einem Wolfszahne, Pferdezahne oder Achate geglättet und unmittelbar vor dem Auflegen der Silberblätter schwach mit Branntwein benetzt, wozu man sich eines weichen Haarpinsels bedient. Das Poliren der Versilberung geschieht wie jenes der Holzvergoldung (s. den Artikel Vergolden am Schluß). Die letzte Arbeit ist das Firnissen durch zweimaliges Auftragen eines Goldfirnisses, den man z. B. durch achttägiges Digeriren von 24 Theilen Gummigutt, 1 Theil Drachenblut, 1 Theil Safran mit 480 Theilen Weingeist bereitet, klar filtrirt hat, und warm auf das gleichfalls etwas erwärmte versilberte Holzwerk streicht. Wünscht man dem Gegenstande die Beschaffenheit zu geben, daß er sich durch Abwaschen reinigen läßt, so setzt man auf den Goldfirniß eine Lage ganz hellen weingeistigen Kopalfirniß (Bd. VI., S. 120, unten).

K. Karmarsch.

# Verzinken.

Da das Zink der Oxydation durch die Einwirkung der Atmosphäre und dem Einflusse auflösender Mittel, selbst sehr schwacher Säuren wenig Widerstand leistet, überdieß selbst im rein metallischen Zustande keine schöne Farbe besitzt; so eignet es sich im Allgemeinen nicht zur Ueberziehung von Metallgegenständen, etwa um auf solche Weise ein wohlfeiles Surrogat der Verzinnung darzustellen. Der einzige Fall, welcher hiervon eine Ausnahme macht, ist die Verzinkung des Eisens, welche als Schutzmittel gegen das Verrosten ausgezeichneten Nutzen gewährt, und besonders bei groben, der Witterung oder dem Wasser ausgesetzten Gegenständen Wichtigkeit hat. Das Zink ist hierbei nicht etwa bloß ein wohlfeiler Stellvertreter des Zinns, sondern es wirkt zugleich auf eine eigenthümliche und weit vollkommenere Weise schützend. Die Verzinnung nämlich hält in ihrem unversehrten Zustande den Rost von dem unter ihr liegenden Eisen nur in so fern ab, als sie dasselbe mechanisch bedeckt und das Hinzutreten der Luft und Feuchtigkeit verhindert. Alle Stellen aber, wo die Zinnbekleidung entweder schon ursprünglich fehlt, oder bei nachheriger Bearbeitung (wie auf Schnittkanten, an den Rändern durchgeschlagener Löcher ꝛc.) weggenommen wurde, oder in Folge der Abnutzung verschwunden ist, rosten nicht nur ungestört, sondern sogar noch schneller als unverzinntes Eisen unter gleichen Umständen, weil bei Berührung von Eisen mit Zinn beide Metalle zusammen eine galvanische Kette bilden, worin das Erstere positiv, das Letztere negativ elektrisch ist, demnach bei Einwirkung der Feuchtigkeit das Wasser zerlegt wird, dessen Sauerstoff bekanntlich an das positiv elektrische Metall (hier Eisen) tritt und dasselbe oxydirt. Dagegen findet bei verzinktem Eisen ein ganz anderes Verhalten in so fern Statt, als zwar auch hier die zwei Metalle eine galvanische Kette darstellen, in dieser aber das Eisen den negativ elektrischen und das Zink den positiv elektrischen Zustand annimmt: der Sauerstoff des zersetzten Wassers wirft sich demnach auf das Zink, oxydirt dasselbe allmälig, läßt aber das Eisen unangegriffen und rostfrei. Die Folge hiervon ist eine fortschreitende Zerstörung des Zinküberzuges unter Conservirung

des Eisenkörpers, während an verzinntem und theilweise von Zinn entblößtem Eisenwerke der Hauptgegenstand — nämlich eben das Eisen — durch Rost zu Grunde geht, der als Schutzmittel angesehene Zinnüberzug aber dieß nicht nur geschehen läßt, sondern sogar beschleunigt.

Um sich in der erwähnten Weise als Schutzmittel wirksam zu zeigen, braucht das Zink keineswegs vollständig die Oberfläche des Eisens zu bedecken; denn der elektrische Zustand verbreitet sich, auf einer Stelle erregt, über die ganze Ausdehnung des Eisens, und wird nur dann in größeren Entfernungen von dem Zinke zu schwach, wenn die Masse des Zinks gegen die des Eisens zu klein ist. Letzteres wird also rostfrei erhalten, auch wenn der Zinküberzug zu beträchtlichem Antheile mangelt; und eine starke Verzinkung muß größere bloßgelegte Eisenstellen noch vollkommen schützen, während eine schwache das Aufkommen des Rostes an den etwas weiter von dem Zink entfernten Punkten nicht mehr hindert. Es können in dieser Beziehung die Resultate einiger vergleichenden Versuche angeführt werden. Zwei verzinkte Nägel von etwa ein Achtelzoll Dicke wurden theilweise — ein jeder auf zwei einander gegenüberstehenden Flächen von einem Ende bis zum andern — durch Abfeilen des Zinküberzuges beraubt und dann in ein Glas voll Brunnenwasser gestellt. Andererseits wurden zwei gewöhnliche eiserne (unverzinkte) Nägel gleicher Größe ebenfalls auf zweien ihrer Flächen blankgefeilt und in ein anderes Glas voll desselben Wassers gebracht. Schon nach Verlauf von 24 Stunden waren diese letzteren Nägel über und über verrostet und war bereits auf dem Boden des Glases eine lockere Schicht abgelagerter Rosttheile zu sehen, welche mit jedem Tage zunahm; während die anderen, theilweise noch verzinkten Nägel bis zu Ende des (sieben Wochen lang fortgesetzten) Versuches völlig rein und blank blieben, nicht die geringste Spur von Rost zeigten, und überhaupt keine andere Veränderung darboten, als daß das Wasser durch eine äußerst kleine Menge (wahrscheinlich mit Kohlensäure verbundenen) Zinkoxydes in höchst unbedeutendem Grade weißlich getrübt wurde. Ganz gleiche Resultate ergaben sich bei Proben, welche mit starkem Salzwasser angestellt wurden und fünf Wochen lang dauerten. Als man größere ver-

zinkte Eisengegenstände durch vier Wochen allen Unbilden der (zur Zeit sehr nassen) Witterung aussetzte, zeigte sich allerdings auf abgefeilten Stellen von etwas großem Umfange (bis zu 1 Zoll Länge und Breite) etwas Rost, jedoch durchgehends nur in ein Achtel bis ein Viertel Zoll Entfernung von der benachbarten Zinkdecke; und in der unmittelbaren Nähe dieser Letztern blieb das entblößte Eisen blank. Hieraus möchte zu schließen sein, daß die schützende Kraft des Zinks (bei einer sehr dünnen Verzinkung) sich auf einen Abstand von etwa ein Viertel Zoll erstreckt, und folglich die von Zink entblößten Stellen höchstens einen halben Zoll breit sein dürfen, um sicher rostfrei zu bleiben. Dieß genügt für die praktische Anwendung vollkommen, und man macht daher von verzinktem Eisenwerk vielfältig Gebrauch, als: Blech zu Dachdeckungen und Umzäunungen, Röhren, Dachrinnen, Bandeisen, Draht zu den Leitungen der elektrischen Telegraphen (in England allgemein), Drahtseile, Drahtgitter, Ketten, Nägel, Kanonenkugeln, Thürschlösser und eiserne Beschläge auf den Seeschiffen ꝛc. ꝛc. Das als wesentlicher Umstand auftretende galvanisch-elektrische Verhältniß zwischen dem Eisen und dem Zink ist Anlaß gewesen, daß man das Verzinken des Eisens auch Galvanisiren und das verzinkte Eisen galvanisirtes Eisen genannt hat.

Das Verzinken kann auf trockenem Wege (d. h. durch Eintauchen des Eisenwerks in geschmolzenes Zink), und auf nassem Wege (d. h. durch Anwendung einer zinkhaltigen wässerigen Flüssigkeit) geschehen; die erstere Methode ist im Allgemeinen geeigneter und regelmäßig in Anwendung.

A) Verzinkung auf trockenem Wege. Als Vorbereitung hierzu (sowie zur Verzinkung auf nassem Wege) muß eine sorgfältige Reinigung der Gegenstände vorgenommen werden, damit dieselben eine oxydfreie, zur Annahme des Zinks geneigte Oberfläche bekommen. Mechanisches Reinigen durch Abfeilen oder durch Abscheuern mit Sand ist nicht nur zu langwierig und kostspielig, sondern oftmals gar nicht anwendbar; man gebraucht deßhalb eine Beize. Mit Wasser stark verdünnte Schwefelsäure oder Salzsäure, ohne andern Zusatz, sind brauchbar, greifen aber das unter der oxydirten Kruste gegossenen, geschmiedeten oder

gewalzten Eisens liegende Metall stark an, wie schon aus der Entwickelung von Wasserstoffgas zu erkennen ist; zugleich bildet der von dem aufgelöseten Eisen hinterlassene und bloßgelegte Kohlenstoff, wenn dessen Menge einigermaßen bedeutend ist, ein Hinderniß gegen die Anhaftung des Zinks, weßhalb Gußeisen nur mittelst anderer Beizen zweckdienlich vorbereitet werden kann, die auch bei Anwendung auf Schmiedeeisen ihre Vorzüge haben, weil sie hier wie dort, ohne Gas zu entwickeln und das Metall selbst anzugreifen, die zunderige Kruste dergestalt lockern, daß sie von selbst abfällt und der etwaige Rest leicht abgerieben werden kann. Man bedient sich nämlich der verdünnten Salzsäure oder Schwefelsäure mit einem kleinen Zusatze von Holztheer oder Steinkohlentheer, oder Steinkohlentheeröl, auch der mit öligen Theilchen geschwängerten verdünnten Schwefelsäure, welche beim Raffiniren des Brennöls übrig bleibt (Bd. X. S. 400); nach Sorel noch besser einer der folgenden Mischungen: a) 96 Pfund Schwefelsäure von 10° Baumé (aus 10 Vitriolöl und 86 Wasser darzustellen), 4 Pfd. Zinnsalz; b) das vorstehende Gemisch mit einem fernern Zusatze von 4 Pfd. Kupfervitriol; c) 98 Pfd. Salzsäure von 15° Baumé (spez. Gewicht 1.113, welches erlangt wird, wenn man 55 Pfd. rauchende Salzsäure von 1.200 sp. G. mit 43 Pfd. Wasser versetzt), 2 Pfd. Kupfervitriol. Die zuletzt angegebene Beize besitzt im höchsten Grade die schätzbare Eigenschaft, die oxydirte Kruste zu entfernen, ohne das Metall selbst anzugreifen; sie wirkt zugleich so schnell, daß das Beizgeschäft manchmal schon in wenigen Minuten beendigt ist. Wenn sie anfängt Kupfer auf das Eisen niederzuschlagen (was immer mit Auflösung von Eisen und Entwickelung von Gasbläschen verknüpft ist), muß man ihr etwas Kupfervitriol zusetzen, wodurch sie sogleich die anfängliche Güte wieder erhält. Um die vorgenannten drei Beizen auf Gußeisen anzuwenden, kann man die Menge des Kupfervitriols und Zinnsalzes etwas vergrößern. Statt Kupfervitriol kann mit gleichem Erfolge salpetersaures Kupferoxyd, Chlorkupfer oder Grünspan genommen werden.

Beim Abbeizen werden größere Gegenstände nöthigenfalls ein- oder ein paarmal aus der Flüssigkeit gezogen, mittelst eines

Kratzeisens abgeschabt und hierauf wieder eingelegt. Das erwähnte Kratzeisen ist ein starkes dreieckiges Stück Stahlblech von etwa 8 Zoll Seitenlänge, an allen Rändern zugeschärft, mit einem 18 Zoll langen, vom Mittelpunkte rechtwinkelig zur Fläche ausgehenden Stiele versehen; durch seine Anwendung ist das sonst wohl vorgeschriebene Abscheuern der gebeizten Stücke mit Sand und einem Stücke Kork meist entbehrlich gemacht. Die ganz gereinigt aus der Beize genommenen Eisensachen werden in Wasser abgespült, in ein Gemisch von gleich viel rauchender Salzsäure und Wasser, worin Zink und Salmiak in beträchtlicher Menge aufgelöst sind, eingetaucht; dann schnell in einem geheizten Raume getrocknet, — wonach sie mit einem weißlichen Salzbeschlage (Chlorzink und Eisenchlorür) überzogen erscheinen, — und von hier unmittelbar, noch heiß, in das Zinkbad gebracht.

Das Zink ist in einem gußeisernen, mit Thon oder feuerfesten Ziegeln ausgefütterten Gefäße geschmolzen, über seinen Schmelzpunkt erhitzt und zur Verhinderung der Oxydation mit Salmiak bedeckt. Das Verzinken großer Gegenstände erfordert einen langen trogartigen Kessel, welcher oft bis zu 500 Zentner Zink faßt, damit durch das Hineinbringen der Eisenwaare nicht eine zu beträchtliche Abkühlung entsteht. Auf der Oberfläche des Zinkbades spielen häufig blitzende Flammen von verbrennendem Wasserstoffgas, vielleicht auch Ammoniakgas aus dem Salmiak. Nach und nach sammelt sich über dem Zink eine dunkelgefärbte Flüssigkeit, Chlorzink und etwas Chloreisen enthaltend, welche zur Beschützung des Metallbades vor Oxydation und zur letzten Reinigung der in dasselbe gebrachten Eisenartikel beizutragen scheint. Man taucht die Gegenstände mittelst Zangen langsam in dem Bade unter und bewegt sie darin herum; sind sie klein oder dünn, so werden sie auf diese Weise nur durchgezogen; große und massige Stücke müssen aber 3 bis 4 Minuten oder noch länger verweilen. Nach dem Wiederherausziehen läßt man über dem Kessel das überflüssige Zink ablaufen, hilft hierbei geeigneten Falls durch Schütteln nach; taucht sogleich die noch heißen Stücke unter kaltes Wasser (um Oxydation der Verzinkung zu verhindern), reibt sie mit feinem Sande ab, und trocknet sie in Sägespänen. Eine besonders schöne, weiße und glänzende Farbe der

Verzinkung entsteht, wenn man die Gegenstände vor dem Eintauchen in Wasser rasch durch sehr verdünnte Schwefelsäure zieht, dann sorgfältig spült und unverweilt abtrocknet; doch wird jedenfalls der Zinküberzug bei längerem Liegen an der Luft matt.

Die Gestalt und Größe der Arbeitsstücke bringt mancherlei Modifikationen in das Verfahren beim Verzinken. So kann man Blechtafeln von geringem Umfange zu mehreren parallel neben einander in einem mit Handhaben versehenen Rahmen oder Roste befestigen und gleichzeitig in dem Zink untertauchen. Bleche, die sich durch die Hitze des Zinks geworfen und eine unebene Oberfläche angenommen haben, läßt man nachher durch ein Walzwerk gehen, wobei, um eine noch größere Verunstaltung zu vermeiden, man sie mit gesiebter Holzasche oder gepulvertem Kolophonium bestreut, damit die Walzen auf keinem Theile der Platten gleiten können. Kleinigkeiten, wie Nägel und Stifte, leichte Ketten ꝛc. werden viele auf einmal in den Zinkkessel geworfen, und nach 1 Minute etwa portionenweise mittelst eines eisernen Schaumlöffels herausgeholt, indem man Sorge trägt, daß der Ueberfluß des Zinks so vollständig als möglich ablaufen kann. Da es jedoch unvermeidlich ist, daß diese Stücke zusammenhängen und noch zu viel Zink zurückhalten, so werden sie in einen Flammofen gebracht, mit Holzkohlenpulver gut bedeckt, etwa eine Viertelstunde lang in schwachem Rothglühen erhalten, und dabei mit einem langen eisernen Haken umgerührt und geschüttelt, bis das überflüssige Zink abgeschmolzen ist. Dann zieht man sie mit einer eisernen Krücke nach dem weniger heißen Vordertheile des Herdes, und rührt sie hier noch so lange bis der Zinküberzug erstarrt ist. Um Draht zu verzinken, wird derselbe horizontal durch das flüssige Zink gezogen: man läßt ihn von einer Trommel, auf welcher er aufgewickelt ist, in das Metallbad eintreten, hält ihn durch irgend eine Vorrichtung unter dessen Oberfläche und rollt ihn beim Austritte auf eine andere Trommel, durch deren Umdrehung er mit zweckmäßiger Geschwindigkeit angezogen wird.

Die Dicke des den verzinkten eisernen Gegenständen anhängenden Zinküberzuges beträgt gewöhnlich 0.009 bis 0.16 Millimeter, d. i. etwa den 2900sten bis 164sten Theil eines Zolles. Die innerste Lage dieses Ueberzuges ist mit der Eisenoberfläche

derartig zusammengeschmolzen, daß sie eine wahre Legirung von Eisen und Zink darstellt, während die Oberfläche aus reinem oder fast reinem Zink besteht. Merkwürdig ist die Erfahrung, daß verzinktes Eisen ohne Schwierigkeit zusammengeschweißt und ausgeschmiedet werden kann, und dabei ein tadelloses Material liefert; so daß die Umarbeitung der Abfälle oder des alten verzinkten Eisenwerks kein Hinderniß findet.

Man kann das verzinkte Eisen nachträglich verzinnen, um ein schöneres Ansehen und eine größere Haltbarkeit seines Ueberzuges unter den Einflüssen der Witterung zu erzielen; doch wird hiervon wohl eben so selten Gebrauch gemacht, als von den Vorschlägen, zum Verzinken statt reinen Zinks eine Legirung aus gleich viel Zink und Zinn, oder 10 Theilen Zink, 7 Theil. Zinn, 3 Theil. Blei anzuwenden. Die von Mallet empfohlene Verzinkung mit einem Gemisch von 1940 Th. Zink, 300 Th. Quecksilber und 1 Theil Natrium (!) gehört in das Reich der Charlatanerien.

B) Verzinkung auf nassem Wege. Kleine Waaren von Messing oder Kupfer kann man, nach Böttger, mit einem dünnen aber blanken und festanhaftenden Zinküberzuge versehen, indem man sie mit granulirtem Zink zusammen in einer Auflösung des salzsauren Zinkoxyds einige Minuten lang kocht; oder indem man granulirtes Zink in einem nicht metallenen Gefäße mit gesättigter Salmiakauflösung übergießt, zum Kochen erhitzt, die mit Salzsäure abgebeizten Gegenstände hineinwirft und das Sieden noch eine kleine Weile dauern läßt. Letztere Methode hat Elsner mit Erfolg auch auf eiserne Sachen angewendet. Diese Zubereitungen haben aber keine technische Bedeutung. Wichtiger ist die galvanische Verzinkung auf Eisen, entweder um hierdurch in geeigneten Fällen eine Verzinkung auf trockenem Wege zu ersetzen, oder um für diese eine Grundlage zu bilden, indem auf einer bereits dünn überzinkten Oberfläche das schmelzende Zink besonders leicht und gut sich anhängt. Letzteres Verfahren kann allerdings bei großen Gegenständen nicht füglich angewendet werden, theils der Kosten wegen, theils weil die galvanische Verzinkung hier unbequeme Vorkehrungen erfordert.

Die Ausführung der galvanischen Verzinkung geschieht

nach Art der galvanischen Vergoldung (siehe **Vergolden**), und zwar mittelst einer schwachen Batterie, indem man an dem (hier eisernen) Leitungsdrahte des negativen Pols den zu verzinkenden eisernen Gegenstand, an dem Drahte des positiven Pols hingegen ein großes Zinkblech anbringt, welches so gebogen wird, daß es den Gegenstand ganz oder theilweise umschließt ohne ihn irgend wo zu berühren. Die Resultate sind sehr wesentlich von der angewendeten Zinkauflösung abhängig. Wenn man aus einer Auflösung von reinem Zinkvitriol das Zinkoxyd durch Aetzkalilauge niederschlägt, und dieses Oxyd gehörig ausgewaschen noch feucht in Aetzkalilauge auflöset; oder wenn man einer verdünnten salzsauren Zinkauflösung so viel Aetzkalilauge zusetzt, daß der anfänglich entstehende Niederschlag sich wieder auflöset: so erhält man Flüssigkeiten, welche verzinken; aber die so erhaltene Verzinkung schützt, der Erfahrung zufolge, das unter ihr liegende Eisen nicht gegen den Rost, besonders wenn einzelne Stellen entblößt sind. Man muß, nach **Pellat** und **Louyet**, eine bei 17° R. gesättigte wässerige Auflösung von schwefelsaurem Zinkoxyd, **mit einer geringen Menge Schwefelsäure angesäuert**, gebrauchen und erhält damit auf Schmiedeisen, Gußeisen und Stahl eine Verzinkung, welche vollkommen rostabhaltend wirkt. Eisenbleche so verzinkt, ließen, nachdem sie acht Monate lang auf einem Dache geblieben waren, keine Spur von Rost wahrnehmen; Pistolenläufe äußerlich verzinkt zeigten sich, nachdem sie mehrere Wochen lang in lufthaltigem Wasser gelegen hatten, auf der Außenseite unverändert, während sie im Innern mit Rost überzogen waren.

K. **Karmarsch.**

## Verzinnen.

Indem man metallene Gegenstände mit Zinn überzieht (**verzinnt**), hat man entweder nur Hervorbringung eines schönen Ansehens durch die angenehme weiße Farbe des Zinns zur Absicht, oder es soll — indem dieser Punkt mehr oder weniger in den Hintergrund tritt — das verzinnte Metall vor der Zerstörung durch Rost, auch (wie beispielweise bei Koch- und Eßgeräthen) vor der Einwirkung auflösender Mittel, als Säuren &c.,

geschützt werden. Sofern im letztern Falle die Gegenstände beim Gebrauch einer etwas beträchtlichen Abnützung ausgesetzt sind, muß die Zinnbekleidung eine ziemliche Stärke haben, welche durch Auftragen des Zinns im geschmolzenen Zustande erlangt werden kann. Waaren hingegen, welche wenig Abreibung oder sonstige die Verzinnung angreifende Einwirkung auszuhalten haben, bedürfen nur einer außerordentlich zarten Zinndecke, welche aus zinnhaltigen Auflösungen darauf niedergeschlagen wird und den Vortheil gewährt, daß sie die Glätte der Oberflächen sowie alle auf denselben befindlichen Verzierungen, die Schärfe aller Spitzen, Ecken, Kanten, einspringenden Winkel 2c. nicht im Mindesten beeinträchtigt. Demnach muß Verzinnung auf trockenem Wege (direkt mittelst geschmolzenen Zinns) und Verzinnung auf nassem Wege unterschieden werden; soll aber nicht gesagt sein, daß zur Erzeugung starker Ueberzüge der trockene Weg allein geeignet sei, da vielmehr unter den auf nassem Wege auszuführenden Methoden wenigstens Eine ist (die galvanische Verzinnung), welche eine Ablagerung des Zinns in dickerer Schicht gestattet.

## A) Verzinnung auf trockenem Wege.

Wenn ein Metallstück bei der Berührung mit einem anderen leichtflüssigeren und bereits in geschmolzenem Zustande befindlichen Metalle durch Anhaftung dieses Letztern sich damit überziehen soll, so wird vor Allem eine völlig oxydfreie (rein metallische) Oberfläche des Stückes erfordert; es ist aber ferner auch nöthig, daß die Einwirkung der Luft auf die zu überziehende Fläche abgehalten werde (um neu eintretende Oxydation zu verhindern), und daß der Gegenstand einen Grad von Hitze habe, welcher wenigstens dem des flüssigen Metalles gleich kommt (sei es, daß dieser schon voraus gegeben oder erst durch längere Berührung mit dem Metallbade angenommen werde). Eine Steigerung der Hitze über den Schmelzpunkt des flüssigen Metalles befördert jedenfalls das Anhaften des Letztern, wobei eine feste Vereinigung des Ueberzuges mit dem Ueberzogenen nur unter der Voraussetzung einzutreten scheint, daß an der Berührungsfläche Beider ein wahres Zusammenschmelzen (eine äußerst dünne Schicht von Legirung) sich erzeugt. Es beruht demnach die Metallüber-

ziehung und im Besondern das Verzinnen, im trockenen Wege ausgeführt, auf denselben Gründen und Bedingungen wie das Löthen der Metalle (Bd. IX, S. 444 und ferner S. 451, unter Nr. 1, 2).

Eine gute Verzinnung ist weder zu dünn noch zu dick, sehr glatt (ohne Striemen, Wellen und Tropfen), von rein zinnweißer Farbe und spiegelndem Glanze. Ein zu dünner Zinnüberzug nutzt sich schnell ab; ein zu dicker fällt nie ganz glatt aus und ist unter Einwirkung der Hitze nicht dauerhaft, weil nur die dem verzinnten Metalle zunächst liegende Schicht des Zinns von demselben fest gehalten wird, das Uebrige hingegen sehr leicht abschmilzt. In der Regel ist reines Zinn zum Verzinnen vorzuziehen. Ein mäßiger Bleigehalt in der Verzinnung auf Kochgefäßen u. dgl. bietet zwar eben keine Gefahr für die Gesundheit dar; aber bleihaltiges Zinn liefert einen minder schönen und an sich minder dauerhaften Ueberzug als bleifreies. Da sich indessen mit einer Mischung aus Zinn und Blei (wegen deren Dünnflüssigkeit) leichter verzinnen läßt als mit reinem Zinn, so nimmt man, theils aus diesem Grunde theils der Wohlfeilheit halber, oft 3 Theile Blei auf 5 Theile Zinn, ja sogar gleiche Antheile beider Metalle. Es wird behauptet, das mit bleihaltigem Zinn verzinnte Eisenblech, welches ein mattes Ansehen und eine ins Graue ziehende Farbe hat, roste auf Dächern und überhaupt in der Witterung weniger leicht als das mit reinem Zinn überzogene glänzend-hellweiße. Mit einem Schritte weiter gelangt man zur Verbleiung, d. h. Ueberziehung des Eisens mit Blei allein, welche verschiedentlich empfohlen und einzeln auch angewendet worden ist, z. B. auf Eisenblech zum Dachdecken (welches aber gegen verzinktes Blech gewiß zurücksteht); auf eisernen Kesseln, in welchen verdünnte Schwefelsäure gekocht werden muß, u. dgl. m. Unbedingt verwerflich ist der Zusatz von Wismuth zum bleihaltigen Zinn, den man bisweilen anwendet, um die Weiße, den Glanz und die Härte einer mit Letzterem gemachten Verzinnung zu erhöhen; denn abgesehen von dem Bedenken, welches diese Mischung bei Anwendung auf Koch- und Eßgeräthen als gesundheitgefährlich erwecken muß, ist die außerordentliche Leichtflüssigkeit derselben Ursache, daß sie selbst schon bei der zum Kochen

mancher Speisen erforderlichen Hitze abschmilzt. Eine kleine Menge (z. B. ein Fünftel Prozent) Kupfer dem zur Verzinnung angewendeten Zinn beigemischt, macht dasselbe merklich härter und dauerhafter: man schmelzt zuerst das Kupfer mit dem Dreißigfachen seines Gewichtes Zinn, und setzt alsdann diese Legirung dem übrigen schon im Fluß befindlichen Zinne zu. Wenn man auf die Güte der Verzinnung immer die erste und größte Rücksicht nehmen könnte, so würde sich der oft gemachte Vorschlag, eisenhaltiges Zinn dazu anzuwenden, sehr empfehlen. Der Zusatz von Eisen macht das Zinn viel härter und dauerhafter, das Gemisch ist für die Gesundheit völlig unschädlich und läßt sich wegen seiner Schwerflüssigkeit in einer dickern Schicht auftragen; aber das Verzinnen ist damit nicht so leicht auszuführen, als mit reinem Zinn. Um das eisenhaltige Zinn für diesen Zweck zu bereiten, kann man in einem hessischen Schmelztiegel 8 Theile Zinn mit 1 Theil reiner blanker Eisenfeilspäne zusammen schmelzen, wobei zur Abhaltung der Luft und Vermeidung der Oxydation die Metallmasse mit einem Gemenge von Borax und zerstoßenem Glase bedeckt werden muß. Budy ist noch weiter gegangen, indem er eine (auf gleiche Weise herzustellende) Legirung von 89 Theilen Zinn, 6 Theilen Nickel und 5 Theilen Eisen anwandte: die hiermit hervorgebrachte Verzinnung soll sich mit Gußeisen sehr fest verbinden, und daß sie außerordentlich dauerhaft sei, ist vollkommen glaublich; nichts desto weniger fand dieses Beispiel wenig oder keine Nachahmung. Wird dem zum Verzinnen bestimmten reinen Zinn ein Zusatz von 4 bis 5 Prozent Zink gegeben, so soll es auf Eisen angebracht das Letztere in der Witterung besser gegen Verrosten schützen, als eine Verzinnung mit unvermischtem Zinn im Stande ist: hier wäre also in gewissem Grade der Zweck erreicht, um dessenwillen man das Eisen verzinkt; ähnliche Mischungen sind auch im Artikel Verzinken bereits angeführt.

Die Hauptarbeiten des Verzinnens sind das vorläufige Reinmachen der Gegenstände, welches nach Beschaffenheit des Metalls und Gestalt der Stücke entweder durch Abbeizen oder durch Schaben, Scheuern rc. geschieht, und die Auftragung des Zinns. Letztere Operation kann bewerkstelligt werden durch Aufgießen und

Verreiben einer kleinen Menge flüssigen Zinns, oder durch Schütteln der Gegenstände mit demselben, oder durch Eintauchen in einen großen Zinnvorrath. Hiernach und zufolge anderer, theils in der speziellen Natur des einzelnen Falles, theils in der Willkür beruhenden Abweichungen sind die Methoden ziemlich mannigfaltig.

1. Verzinnen kupferner, messingener und schmiedeiserner Gefäße. Die innere Oberfläche von kupfernen oder messingenen Kesseln, Pfannen, Kasserolen u. dgl. wird zuerst, um sie völlig blank zu machen, mit Schabeisen sorgfältig geschabt oder mittelst verdünnter Schwefelsäure abgebeizt, dann mit Sand und Wasser oder mit einem nassen Stücke Sandstein ausgescheuert. Gespült und gut abgetrocknet erhitzt man sie nun auf Kohlenfeuer zu einem den Schmelzpunkt des Zinns etwas übersteigenden Grade, gibt gestoßenes Kolophonium oder gepulverten Salmiak nebst geschmolzenem Zinn hinein, reibt Letzteres mit einem an einen Stock gebundenen Büschel Werg oder einem in einer Zange gehaltenen Stücke Kork so gleichmäßig als möglich auseinander, daß es die ganze zu verzinnende Fläche bedeckt, und gießt endlich den Ueberfluß aus. An Stellen, wohin man mit der Wergbürste oder dem Korke nicht bequem gelangen kann, wird das Zinn mittelst eines Löthkolbens aufgetragen und ausgebreitet (Bd. IX, S. 456, 458, 460). Geschmiedete eiserne Gefäße, bei denen die Härte des Metalls das Schaben nicht gestattet, werden durch Beizen mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure und nachfolgendes Scheuern mit Sand oder Sandstein blank gemacht, gespült, abgetrocknet, erhitzt, endlich mit Zinn und Salmiak auf die angezeigte Weise behandelt. Der Salmiak wirkt reinigend auf das Metall, indem er etwa noch vorhandene Schmutz- und Oxydspuren in sich aufnimmt, und hält zugleich, indem er verdampft, den Zutritt der Luft von der zu verzinnenden Fläche ab; eben so das Kolophonium, welches schmilzt und die Metallfläche bekleidet bis es dem aufgeriebenen Zinn Platz macht. Beide können sehr vortheilhaft durch Chlorzinkammonium (Doppelsalz von Chlorzink und Salmiak), oder einfacher durch Chlorzink, ersetzt werden. Das Chlorzinkammonium ist von Golfier-Besseyre empfohlen worden, und wird bereitet, indem man 3 Theile Zink in Salzsäure auflöset, dann 5 Theile

Salmiak hinzufügt, und wenn auch dieser sich aufgelöst hat, die Flüssigkeit abdampft und krystallisiren läßt. Das Doppelsalz schießt in Tafeln oder Prismen an, welche weniger als das Anderthalbfache ihres eigenen Gewichtes Wasser von gewöhnlicher Temperatur zur Auflösung erfordern. Man bedient sich einer konzentrirten Auflösung desselben, bestreicht damit die zu verzinnenden Metallflächen, erhitzt, gibt geschmolzenes Zinn darauf und verreibt dieses wie oben angegeben. Beim Erhitzen zersetzt sich das Salz in Salmiak, welcher verdampft und in Chlorzink, welches schmilzt und eine sowohl reinigende als gegen Luftzutritt schützende Decke bildet. Die reinigende Kraft desselben ist so groß, daß man bei dem vorgängigen Beizen und Scheuern der zu verzinnenden Gegenstände nicht sehr ängstlich zu verfahren braucht. Dasselbe gilt bei der Anwendung des Chlorzinks, welches vor dem erwähnten Doppelsalze die leichtere Bereitung und größere Wohlfeilheit voraus hat. Man bereitet nämlich aus rauchender Salzsäure und so viel Zink als dieselbe aufnehmen will eine Auflösung, filtrirt diese, dampft sie zur ölartigen Konsistenz ab, bewahrt sie in einer verstopften Flasche auf, und gebraucht sie ohne Weiteres auf dieselbe Art, wie vorstehend von der Auflösung des Chlorzinkammoniums gesagt wurde.

Eine dünne aber sehr gleichförmige Verzinnung auf Gegenständen von Kupfer, Messing und Schmiedeisen kann leicht und schnell mit fein gekörntem Zinn in folgender Weise ausgeführt werden: Man gießt geschmolzenes Zinn in eine hölzerne, inwendig mit Kreide ausgestrichene Büchse, verschließt diese mit ihrem Deckel, schüttelt sie stark und ununterbrochen bis das Metall erstarrt und größtentheils in ein sandartiges Pulver verwandelt ist; siebt hiervon die groben Klümpchen ab und bewahrt das Feine zum Gebrauche auf. Wenn man nun die erforderliche Menge solchen Zinnpulvers mit konzentrirter Salmiakauflösung zu Brei anmacht, auf eine blanke Metallfläche aufstreicht, den Gegenstand zum Schmelzpunkte des Zinns oder etwas darüber erhitzt und endlich mit einem Büschel Werg überwischt, so befestigt sich auf demselben eine feine Zinnschicht.

2. **Verzinnen des Eisenblechs** (Verfertigung des **Weißblechs**, Bd. II, S. 251, 253). Die zum Verzinnen be-

stimmten Eisenblechsorten werden fast ohne Ausnahme in kleinern und dünnern Tafeln fabrizirt (sogenanntes Kleineisen oder Dünneisen), weil verzinntes Blech der Regel nach nur zu kleinen, keiner besondern Stärke bedürftigen Gegenständen verarbeitet wird. Das in früherer Zeit in Deutschland allgemein befolgte und noch jetzt hin und wieder gebräuchliche Verfahren der Weißblechbereitung ist nach Karsten's Darstellung folgendes: Das als erste Hauptarbeit nöthige Beizen (zur Beseitigung des Glühspans und Hervorbringung einer blanken Oberfläche) geschieht in einem stetig auf 30 bis 35° R. Wärme erhaltenen Raume mittelst Wasser, worin Rockenschrot durch Sauerteig zu saurer Gährung gebracht ist, so daß es eine beträchtliche Menge Essigsäure (und Milchsäure) enthält. Man gebraucht hierzu Tonnen, von welchen drei aufeinander folgende das Blech successive aufnehmen. Die Flüssigkeit in der ersten Tonne heißt alte Beize, die in der zweiten neue Beize, und die in der dritten Hävel. Wenn die Beiztonnen zuerst vorgerichtet werden, so gibt man der alten Beize nur drei Viertel derjenigen Menge Schrot, welche zur neuen Beize oder zum Hävel genommen wird. Später trägt man etwa alle acht Tage ein wenig frisches Schrot in sämmtliche Tonnen (jedoch am meisten zur neuen Beize) nach. Zuerst kommen die Bleche in die alte Beize, und zwar in jede Tonne ein Häufel von 144 Tafeln, welche derartig auf die Kante gestellt werden, daß wechselweise eine Tafel auf der langen und eine Tafel auf der schmalen Seite steht, damit die Beize besser zwischen die Tafeln eindringen kann. In der alten Beize bleiben sie 24 Stunden, dann in der neuen Beize ebenfalls 24, endlich in dem Hävel 48 Stunden: zuletzt bewahrt man sie bis zu weiterer Behandlung in einer mit reinem Wasser gefüllten Tonne auf, weil sie so besser vor dem Rosten geschützt sind als es an der Luft möglich sein würde. Ist das Wasser durch Auskochen von Luft befreit, und wird ihm überdieß eine geringe Menge gebrannter Kalk oder Pottasche zugesetzt, so läßt sich blankes Eisen lange Zeit darin rostfrei erhalten. Alle 14 Tage wird die alte Beize weggegossen, oder, wenn dazu Gelegenheit ist, als eine Auflösung von essigsaurem Eisenoxyd (Eisenbeize) an Kattundrucker abgegeben; die bisherige neue Beize nunmehr als alte Beize ge-

braucht und eine neue Beize frisch angesetzt, wozu man als Gährungsmittel (Ferment) etwas von dem Bodensatze des Hävels nimmt, wogegen dieser einen Zusatz von Rockenschrot bekommt, so daß er fortdauernd gebraucht wird.

Nach vollendetem Beizen bringt man die Bleche auf die Reibebank, wo sie mit feinzerpochter Hohofenschlacke oder scharfkörnigem Sande gescheuert werden, um den noch vorhandenen aber bereits gelockerten Glühspan fortzuschaffen. Die Oberflächen müssen hierbei gänzlich blank werden, und man stellt hernach die Tafeln abermals in reines Wasser bis man an das Verzinnen geht. Das Zinn wird in einer länglich viereckigen gußeisernen Pfanne geschmolzen, welche etwa 18 Zoll lang, 14 Zoll breit und 18 Zoll tief ist, und eingemauert in dem Zinnofen so hängt, daß sie unten und auf allen vier Seiten ganz frei von der Flamme des Holz-, Torf- oder Steinkohlenfeuers umspielt werden kann. Die obere Fläche des Ofens ist mit vier Gußeisenplatten belegt, welche nach den Rändern der Pfanne hin einen beträchtlichen Fall haben und sich denselben anschließen, so daß alles abtröpfelnde Zinn von selbst in die Pfanne zurückfließt. Der Hohlraum der Pfanne kann durch ein senkrecht hineingestelltes Blech (Einhaltblech) in zwei Abtheilungen, eine größere und eine kleinere, geschieden werden. Die richtige Temperatur des Zinns zu treffen, ist wichtig, weil dasselbe zu wenig heiß nicht am Eisen haftet, überhitzt aber nur eine sehr dünne und deshalb unbrauchbare Verzinnung bildet. Als Kennzeichen des gehörigen Hitzgrades sieht man es gewöhnlich an, wenn ein hinein getauchtes Stück Papier schnell schwarz wird. Mit etwa 10 Zentner Zinn wird die Pfanne bis nahe an den Rand gefüllt, und durch eine Lage Talg, welche man oben darauf gibt, verhütet man die Oxydation. Ist das Zinnbad zur gehörigen Wärme gekommen, so stellt man einen Satz (200 Stück) Blechtafeln senkrecht hinein, zieht dieselben in Portionen von 20 bis 25 Stück (ein Pöstel) nach und nach wieder heraus, und kühlt sie in einem mit Wasser angefüllten Gefäße: dieses erste Eintauchen wird Einbrennen genannt und erzeugt schon einen schwachen Zinnüberzug, der sich an dem Eisen festschmelzt. Unreinigkeiten, welche während die-

ser Arbeit und auch in der Folge auf dem Talg sich einfinden, werden mit einem Schaumlöffel abgenommen (das Aufziehen oder Abschäumen), und man sammelt den Abschaum in einem besondern Gefäße, um die damit vermengten Zinnkörner nicht zu verlieren. Nachdem das in einer Partie zu verzinnende Blech sämmtlich eingebrannt ist, stellt man das Einhaltblech (s. oben) in die Pfanne, und in die größere der dadurch gebildeten zwei Abtheilungen einen ganzen Satz eingebrannter Bleche, die einzeln nach einander wieder herausgezogen werden. Man bezeichnet dieses zweite Eintauchen mit dem Namen Abbrennen oder Einschlagen. Die herausgezogenen Tafeln werden zum Ablaufen des überflüssigen Zinns auf einen rostförmigen Rahmen (Schragen) gestellt, wo sie sich gegenseitig nicht berühren dürfen; dann eins nach dem andern mit senkrechter Haltung in der kleinern Abtheilung der Pfanne untergetaucht (das Durchführen), aber im Augenblicke wieder herausgehoben und auf einen zweiten Schragen gestellt. Entdeckt man bei der hiernach vorzunehmenden Besichtigung noch schwarze (unverzinnte) Stellen, so werden diese mit einem Schabeisen rein abgekratzt und die Tafeln, woran sie sich befinden, noch einmal durchgeführt. Durch Abwischen mit Sägespänen und Lumpen, in dem sogenannten Schwarzwischkasten, entfernt man hierauf das den Blechen anhängende Talg. Das Ablaufen des Zinns auf den Schragen muß so vollständig geschehen, daß keine auffallenden Unebenheiten in der Verzinnung zurückbleiben, wozu ein richtiger Hitzegrad des Zinns in der Pfanne und ein nicht zu schnelles Herausheben beim Durchführen erforderlich ist. Es kann aber ohne besondere Vorkehrung nicht verhindert werden, daß am untersten Theile jeder Tafel eine kleine Portion Zinn erstarrt und hier eine dickere Stelle bildet; um diese unschädlich zu machen, muß sie entweder so klein als möglich sein oder nachträglich weggeschafft werden. In der erstern Absicht ist es auf manchen Blechhütten üblich, die Tafeln auf dem Schragen diagonal, d. h. mit einer ihrer Ecken aufstehend, hinzustellen (nachdem man sie eben so diagonal schon aus der Pfanne gehoben hat); der Zinnüberfluß zieht sich dann gänzlich nach dieser Ecke, und was dort vor vollendetem Abtropfen erstarrt, bildet daselbst einen unschädlichen Knoten.

Der leichtern Aufstellung und der Raumsparung wegen ziehen aber Andere es vor, die Tafeln auf eine ihrer Kanten zu stellen, und hierbei erzeugt sich längs dieser Kante ein dicker Wulst (Saum), welcher nachher durch eine besondere Nebenarbeit (das Abwerfen) entfernt wird. Zu dem Ende hat man eine besondere gußeiserne Abwerfpfanne, länglich viereckig mit schrägen Seitenwänden, 16 oder 20 Zoll lang, oben $4\frac{1}{2}$, unten 3 Zoll breit und nur 4 Zoll tief. Hierin befindet sich etwas Zinn, welches durch darunter befindliches Feuer stets flüssig erhalten wird: man stellt die verzinnten Tafeln mit der dicken Tropfkante in diese niedrige Zinnschicht, bringt dadurch den Wulst zum Schmelzen und wischt ihn mit einem Büschelchen Moos ab. Bei diesem Verfahren entsteht nicht nur ein unansehnlicher schlecht verzinnter Streif (der sogenannte Rand oder Abwerfsaum) als Spur des weggewischten Zinnwulstes; sondern es geht auch stets etwas Zinn verloren, weil beim Verbrennen des gebrauchten Mooses nicht alles gesammelt werden kann; besser ist deßhalb die Methode, gleich nach dem Durchführen die Bleche nicht auf einen gewöhnlichen Schragen, sondern auf eine mit einer Randeinfassung versehene Gußeisenplatte zu stellen, welche durch das Feuer des Zinnofens mit geheizt wird und mit einer niedrigen Schicht flüssigen Zinns bedeckt ist. Der untere Rand der Tafeln taucht in dieses Zinn ein, und es erscheint demnach an demselben kein Wulst, wenn man die gehörig abgelaufenen Tafeln wegnimmt. Diese mit Zinn bedeckte Platte, welche, ohne eine besondere Arbeit zu verursachen, den Dienst der Abwerfpfanne leistet, darf sich indessen nicht zu hoch mit Zinn bedecken, und aus diesem Grunde ist ihre Einfassung an der dem Zinnofen zugewendeten Seite so niedrig, daß das in zu großer Menge sich ansammelnde Metall überfließen und in die Zinnpfanne ablaufen kann. Die fertigen verzinnten Bleche werden durch Trocknen in einem schwach geheizten Raume (Trockenofen) von aller Feuchtigkeit befreit; dann im Weißwischkasten mit einem Gemenge von Kleie und Schlämmkreide abgeputzt, wodurch sie eine reine und glänzende Oberfläche erhalten; endlich durch Abwischen (Ueberfahren) mit trockenen Lumpen von Staub befreit.

Den Arbeitsgang bei Herstellung des durch seine Schönheit ausgezeichneten englischen Weißblechs hat hauptsächlich Parkes ausführlich beschrieben, und obwohl diese Methode im Vergleich mit der vorstehenden bedeutend weitläufiger und kostspieliger ist, so muß sie doch hier um so mehr vollständig mitgetheilt werden, als sie wegen ihrer vorzüglich schönen Erzeugnisse neuerlich auch in Deutschland auf den besser eingerichteten Blechhütten Anwendung findet.

Die gewalzten nach dem vorgeschriebenen Längen- und Breiten-Maße beschnittenen Blechtafeln werden zum Abbeizen einer dreifachen Behandlung unterzogen. Zuerst biegt man jede einzeln nach einer ihre Länge halbirenden Linie unter einem Winkel von etwa 60 Grad dergestalt, daß sie in der Kantenansicht die Gestalt $\wedge$ darbietet; taucht sie 4 bis 5 Minuten lang in verdünnte Salzsäure (aus rauchender Säure mit dem fünf- bis siebenfachen Gewichte Wasser gemischt); stellt sie reihenweise in einen Flammofen, welcher so geheizt ist, daß die Bleche bald rothglühend werden; nimmt sie in glühendem Zustande reihenweise wieder heraus, und bringt sogleich neue an die Stelle. In einem Ofen, dessen Herd 18 Tafeln auf ein Mal faßt, geht die Arbeit so schnell, daß in einer Stunde 600 bis 700 Stück geglüht werden können. Das Zusammenbiegen hat keinen andern Zweck, als eine Aufstellung möglich zu machen, bei welcher die Feuerflamme auf alle Theile beider Oberflächen an jeder Tafel gehörig einwirken kann. Der Glühofen hat die Arbeitsöffnung gegenüber der Feuerbrücke an der einen schmalen oder End-Seite; der Herd steigt gegen diese Seite etwas an, und das Gewölbe ist hier so weit heruntergezogen, daß es an der Arbeitsöffnung ein wenig niedriger liegt als die Oberfläche der Feuerbrücke: vermöge dieser Anordnungen wird das Eindringen von Luft zu dem Glühherd verhindert, ungeachtet wegen des beständigen Wechselns der Bleche die Oeffnung fast immer unverschlossen bleiben muß. Die herausgenommenen und erkalteten Bleche werden wieder geradegebogen und auf einem flachen gußeisernen Klotze mit dem Hammer geklopft. Theilweise schon im Glühofen, theilweise bei dem eben erwähnten Schlagen fällt der Glühspan ab, und die Flächen erscheinen nun nicht mehr schwarzgrau und matt,

sondern nur noch mit metallischen Farben blau, weiß und gelb gefleckt. Weil aber das Zurückbiegen und Schlagen mehr oder weniger Unregelmäßigkeiten (Beulen, Falten ꝛc.) hinterläßt, auch von den abgesprungenen Glühspanschuppen Unebenheiten nachbleiben, so läßt man die Bleche jetzt durch ein Walzwerk gehen, dessen Zylinder von hartem Eisenguß und sehr fein abgeschliffen sind: sie erlangen dadurch eine ebene Gestalt und eine glatte, fast wie polirte Beschaffenheit. In diesem Zustande werden sie der zweiten Beizoperation übergeben.

Man bedient sich hierzu eines in gußeisernen (durch einen Feuerkanal von unten erwärmten) Kästen befindlichen Sauerwassers, welches dadurch hergestellt wird, daß man gewöhnliches Wasser mit Kleie vermischt und 8 bis 10 Tage lang — überhaupt bis zur Entwickelung des gehörigen Grades von Säure — gähren läßt. In dieser Flüssigkeit verweilen die auf die Kante hineingestellten Bleche 10 bis 12 Stunden, während welcher Zeit sie ein Mal gewendet oder umgestellt werden.

Die sodann unmittelbar folgende dritte Beize besteht aus verdünnter Schwefelsäure, deren Stärke der Arbeiter nach seinem Gutdünken bestimmt, und welche in einem langen aus starken Bleiplatten zusammengelötheten Kasten enthalten ist. Dieses Gefäß wird ebenfalls mittelst eines unter ihm durchziehenden Rauchkanals auf wenigstens 25 bis 30° R. erwärmt, und ist durch bleierne Querwände in mehrere Abtheilungen geschieden, von denen jede ungefähr 225 Platten aufnehmen kann. Man stellt die Bleche hinein, bewegt sie einzeln hin und her, und nimmt sie nach einer Stunde oder überhaupt alsdann wieder heraus, wenn die vor dem Eintauchen noch vorhanden gewesenen dunklen Flecken verschwunden, die Flächen ganz rein und blank geworden sind. Läßt man sie zu lange in der Beize, so werden sie fleckig, nehmen eine dunkle Farbe an und bekommen sogar Blasen, welche besonders bei dem nachfolgenden Verzinnen stark hervortreten.

Die aus der Schwefelsäure genommenen Tafeln werden sogleich in ein Gefäß voll reinen (zweckmäßig mit etwas gebranntem Kalk oder Pottasche zu versetzenden) Wassers gestellt, aus welchem man sie eine nach der andern herausholt und mit Sand und Werg abreibt, damit jede bemerkbare Spur von Rost

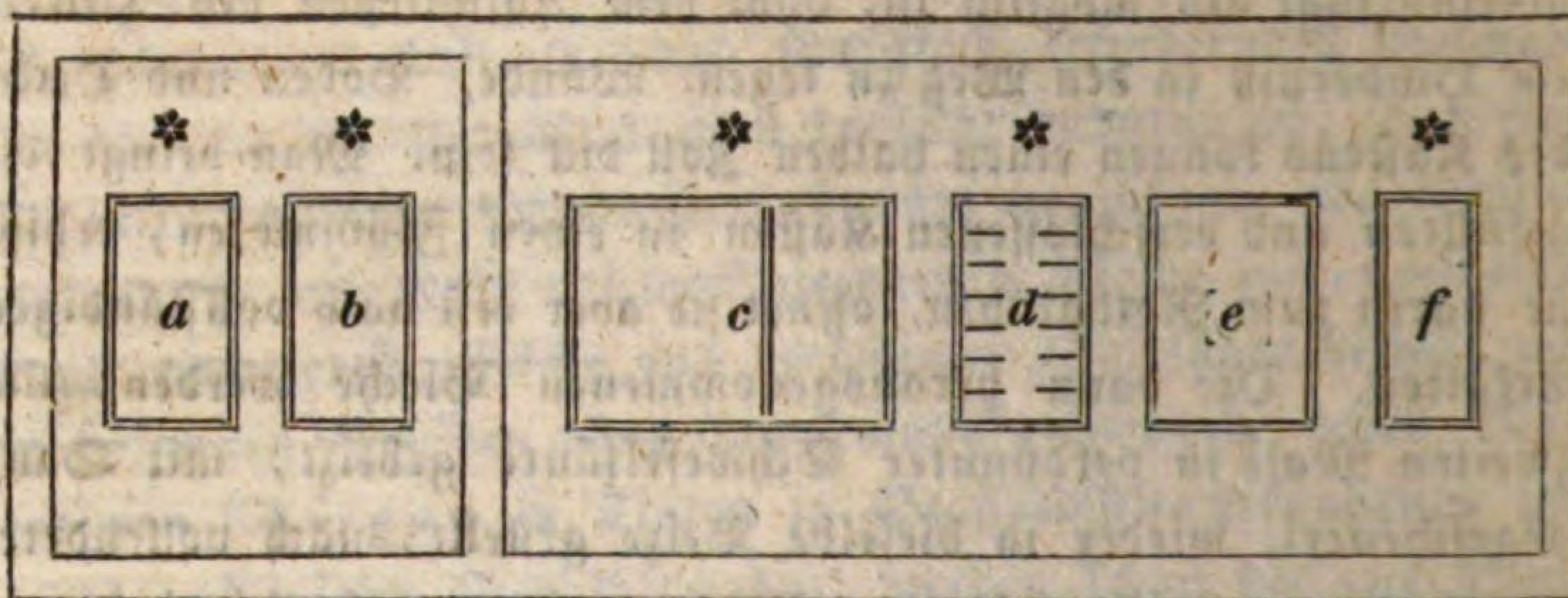
und Schmutz weggeschafft wird. So reingescheuert bewahrt man sie, bis zu dem Augenblicke der Verzinnung, wieder unter reinem (besser mit Kalk oder Pottasche versetztem) Wasser auf, worin sie nicht rostig werden.

Die Beizarbeit ist nicht nur ein langwieriges, sondern auch ein schwieriges und sehr viel Sorgfalt erforderndes Geschäft. In einigen Fabriken kürzt man dasselbe dadurch ab, daß man die mit Salzsäure behandelten, hierauf geglühten, abgeklopften und durch das Polirwalzwerk gezogenen Bleche nur noch einer Beize unterwirft, welche aus verdünnter Salzsäure besteht und in hölzernen Gefäßen ohne Erwärmung angewendet wird. Nach der von Morgan zu Tipton in Staffordshire erfundenen und 1830 patentirten Verfahrungsart werden schon die zur Blechfabrikation bestimmten Eisenstäbe, wenn sie fertig und noch glühend aus dem Stabwalzwerke hervorgehen, durch rasches Ablöschen in kaltem Wasser von einem großen Theile des Glühspans befreit; dann die unter thunlichster Verhütung der Oxydation daraus gewalzten und beschnittenen Bleche in einer erwärmten Mischung von Schwefelsäure mit dem zehnfachen Gewichte Wasser ziemlich rein gebeizt, in Wasser abgespült und auf kurze Zeit in kochendes (mit ein wenig gebranntem Kalk versetztes) Wasser getaucht, damit sie beim Wiederherausziehen schnell durch ihre eigene Wärme abtrocknen. Hierauf läßt man die Tafeln mehrmals kalt durch das Walzwerk gehen, um sie recht flach und glatt zu machen; damit sie aber die hierbei entstandene Härte verlieren, müssen sie sodann ausgeglüht werden, was wegen Verhütung der Oxydation in verschlossenen gußeisernen, außer den Blechen so wenig als möglich Luft enthaltenden Kästen geschieht. Ein solcher Kasten ist inwendig um etwa 1½ Zoll länger und breiter als das Format der Blechtafeln, 4 bis 5 Zoll tief, an jeder der beiden langen Seiten mit zwei eisernen, einen halben Zoll starken Stiften versehen, welche 3 Zoll von den Ecken entfernt, entweder an den Wänden befestigt oder in den Boden eingenietet sind. Diese Stifte ragen so weit über den obern Rand des Kastens hinauf, daß sie nach dem Auflegen des mit passenden Löchern vorgerichteten Deckels ungefähr 1½ Zoll über dessen Außenseite her-

vorstehen. Durch jeden Stift ist quer ein Loch hindurchgearbeitet, in welches ein Keil eingetrieben wird, um sowohl den Deckel zu befestigen als mittelst desselben die Bleche in dem Kasten kräftig auf einander zu pressen, da man deren so viele hineinbringt als möglich ist, ohne dem Anschließen des Deckels ein Hinderniß in den Weg zu legen. Wände, Boden und Deckel des Kastens können einen halben Zoll dick sein. Man bringt die gefüllten und verschlossenen Kästen in einen Flammofen, erhitzt sie darin zum Rothglühen, öffnet sie aber erst nach vollständigen Erkalten. Die dann herausgenommenen Bleche werden zum zweiten Male in verdünnter Schwefelsäure gebeizt, mit Sand abgescheuert, wieder in dieselbe Beize gestellt, nach vollendeter Reinigung gespült und unter Wasser wie gewöhnlich bis zum Verzinnen aufbewahrt. Booker ließ sich 1837 ein Verfahren patentiren, welches darauf berechnet ist, die Einwirkung der Beize möglichst gleichmäßig auf allen zusammen eingestellten Blechtafeln und auf allen Theilen derselben Tafel Statt finden zu lassen, dabei zugleich die Beize selbst stetig in einem bestimmten gleichen Wärmegrade zu erhalten. Er wendet Schwefelsäure mit dem zehnfachen Gewichte Wasser verdünnt an, erhitzt dieselbe in einem Wasserbade auf nahezu 80° R., und stellt die Bleche zwischen hölzernen oder bleiernen kammartigen Vorrichtungen so hinein, daß sie sich nicht gegenseitig berühren können (das Nähere ist in Dingler's polytechnischem Journal Bd. 70, S. 104—107 zu finden). Die im Artikel Verzinken angeführten Beizen, welche das Losgehen des Glühspans bewirken, ohne das Eisen selbst anzugreifen (nämlich verdünnte Schwefelsäure mit etwas Theer, Zinnsalz, Kupfervitriol versetzt, oder verdünnte Salzsäure, worin Kupfervitriol aufgelöst ist) finden, wie sich von selbst versteht, auch zum Verzinnen vortheilhafte Anwendung.

Beim Verzinnen selbst verfährt man in England auf folgende Weise. Die reingebeizten Bleche werden eins nach dem andern aus dem Wasser, worin man sie aufbewahrte, herausgenommen und naß wie sie sind in eine gußeiserne Pfanne voll Talg, welches etwas über den zum Schmelzen erforderlichen Grad erhitzt ist, gestellt. Hierin läßt man sie einige Zeit (wohl

eine Stunde), und die Arbeiter behaupten, je länger das Blech in der Talgpfanne bleibe, desto besser nehme es nachher das Zinn an. Nebst dieser Talgpfanne a sind in demselben Ofen, wie der hier beigedruckte skizzirte Grundriß anzeigt, noch fünf andere




Pfannen eingehängt, nämlich b die Zinnpfanne zum ersten Verzinnen; c die durch eine Scheidewand in zwei Abtheilungen getrennte Zinnpfanne zum Durchführen oder zweiten Verzinnen; d eine zweite Talgpfanne; e eine leere Pfanne, über oder in welcher sich ein eiserner Schragen befindet, auf den die Bleche zum Abkühlen gestellt werden; f endlich die Abwerfspfanne, welche so wenig Zinn enthält, daß es nur ein Viertelzoll hoch den Boden bedeckt. Die Sterne bezeichnen die Seite, wo die Arbeiter stehen, und zugleich diejenigen Pfannen, welche geheizt werden, da nur e keine Feuerung unter sich hat. In a befindet sich, wie schon erwähnt, heißes Talg; in b gewöhnliches (nicht reines) Zinn, welches zur Verhütung der Oxydation mit einer 4 Zoll hohen Schicht Talg bedeckt und so stark erhitzt ist, als es ohne Verbrennung des Talges angeht. Die beiden Abtheilungen der Pfanne c werden anfangs mit Zinn von der reinsten Sorte gefüllt, welches schwach erhitzt wird und ohne Bedeckung bleibt; man taucht aber die zum ersten Male schon verzinnten Bleche zunächst in die größere Abtheilung dieser Pfanne, worin dadurch nach und nach das Zinn an Reinheit verliert: deßhalb schöpft man von Zeit zu Zeit den Inhalt der erwähnten größern Abtheilung in die Pfanne b über, um diese gehörig voll zu erhalten; füllt dagegen die größere Abtheilung in c mit reinem Zinn aus der nebenliegenden kleinen Abtheilung wieder an, und trägt in Letztere frisches reines Zinn nach. In der mit Talg ge-

füllten Pfanne d sind horizontale eiserne Zinken angebracht, zwischen welche die Blechtafeln einzeln eingestellt werden, damit sie sich nicht gegenseitig berühren.

Aus der Talgpfanne a werden die Bleche (gewöhnlich 338 oder 340 Stück zusammen) mit allem ihnen anhängenden Fette in die erste Zinnpfanne b gebracht und hier eine Viertelstunde bis zu anderthalb Stunden lang stehen gelassen. Dann nimmt man sie Stück für Stück heraus, stellt sie zum Ablaufen auf einen eisernen Schragen (Rost), wo sie bis zum Erkalten bleiben. Sie enthalten nun aber nicht nur zu viel Zinn, sondern dieses bildet auch einen nicht gleichförmigen Ueberzug. Die folgende Behandlung (das Durchführen) hat daher zunächst den Zweck, den Ueberfluß des Zinns wegzuschmelzen und die Zinndecke abzugleichen; man beabsichtigt damit aber auch, eine zweite Verzinnung von reinerem Zinn aufzusetzen, um ohne zu große Kosten das Ansehen zu verbessern. Es werden also die zum ersten Mal verzinnten und kalt gewordenen Bleche in die größere Abtheilung der Pfanne c gestellt. Haben sie hier die Temperatur des Zinnbades angenommen, so hebt der Arbeiter einige Tafeln heraus; legt sie auf die Oberfläche des Herdes, in welchem die Pfannen eingelassen sind; faßt eine Tafel nach der andern mit einer Zange, und streift sie auf beiden Seiten mittelst einer — zweckmäßig mit feinem Salmiakpulver anzustäubenden — Art Pinsel oder Bürste aus Hanf, wodurch ein Theil des noch halbflüssigen Zinns wieder weggenommen, die Verzinnung im Ganzen zwar etwas ausgeglichen wird, aber doch Streifen entstehen. Um diese zu vertilgen, muß die Tafel sogleich (ohne daß sie aus der Zange losgelassen wird) auf einen Augenblick in der kleinern Abtheilung der Pfanne c (worin keine Bleche stehen) untergetaucht und unverweilt in die Talgpfanne d gestellt werden. Die Behendigkeit, mit welcher alle oben angezeigten Vorrichtungen vor sich gehen, ist außerordentlich; denn ein sehr geübter Durchführer kann in 12 Arbeitsstunden 5625 Blechtafeln behandeln, d. h. aus dem Zinnbade nehmen, bürsten, wieder in das Zinn eintauchen und endlich in die Talgpfanne stellen.

Die Hitze des Talges in dieser Pfanne (d) muß auf das

Sorgfältigste so regulirt sein, und die Zeit des Verweilens darin so bemessen werden, daß eben nur der überflüssige Theil des Zinns abschmelzen kann und die Verzinnung hierdurch so wie in Folge der gleichmäßigen Ausbreitung des zurückbleibenden Theils alle Streifen und sonstige Ungleichheiten verliert, ohne zu sehr geschwächt zu werden. Dünne Blechsorten erfordern daher heißeres Talg als dicke, weil Letztere mehr Hitze in sich selbst mitbringen; und je stärker die Verzinnung bleiben soll, desto kürzere Zeit dürfen die Tafeln in dem Talg verweilen. Die nöthige Regelmäßigkeit im Fortgange der Arbeit wird dadurch erreicht, daß, sobald eine bestimmte Anzahl, z. B. fünf Bleche in der Talgpfanne stehen, ein Knabe die zuerst hineingekommene Tafel heraushebt und zum Ablaufen des Talges auf den in oder über der Pfanne e befindlichen rostförmigen Schragen stellt. Diese weggenommene Tafel wird inzwischen von dem Durchführer durch eine neue ersetzt, so daß immer gleich viel (fünf) Stück im Talge stehen, und das Herausnehmen nach derselben Reihenfolge wie das Hineinsetzen Statt findet.

Die Arbeit des Durchführens kann (ob ohne Nachtheil für die Schönheit der Verzinnung, scheint freilich ungewiß) dadurch erheblich abgekürzt werden, daß man die Bleche sogleich aus der ersten Zinnpfanne b zum Bürsten herausnimmt, dann nur ein Mal in das reinere Zinn der Pfanne c taucht und sofort in die Talgpfanne d bringt.

Jedenfalls bleibt bei der Behandlung im Talg ein gewisser Theil des abgeflossenen Zinns am untern Rande jeder Tafel in Gestalt eines dicken Wulstes von geringer Breite sitzen. Um diesen wegzuschaffen, dient die Abwerfpfanne f. Ein Knabe nimmt die in oder über der leeren Pfanne e fast gänzlich erkalteten Bleche und stellt sie eins nach dem andern mit der gedachten Tropf- oder Saumkante in die niedrige Schicht flüssigen Zinns, welche den Inhalt der Pfanne f bildet; zieht sie, wenn hierdurch der dicke Zinnrand geschmolzen ist, heraus; gibt einen Schlag mit einem dünnen Stocke darauf und bewirkt vermöge dieser Erschütterung, daß alles überflüssige Zinn abfliegt. An dem käuflichen Bleche bemerkt man als Spur dieses Verfahrens einen

schmalen matten Streif, der sich längs der einen von den zwei kürzeren Randseiten hinzieht.

Die hiermit vollendeten Weißbleche werden durch Abreiben mit Kleie von Fett befreit und in Kisten verpackt.

Eine von Morewood und Roger erfundene und in England patentirte Methode der Blechverzinnung (s. Dingler's polytechnisches Journal, Bd. 91, S. 304—307) bietet zwei Eigenthümlichkeiten dar, von denen nicht gesagt werden kann, ob sie einen erheblichen Eingang in die Praxis der Fabrikation gefunden haben, was übrigens nach der Natur der Sache an sich wenig wahrscheinlich ist. Die Erfinder wollten nämlich als Grundlage der im Zinnbade zu erzeugenden Verzinnung einen schwachen Zinnüberzug auf nassem Wege hervorbringen, und dann die Blechtafeln einzeln mittelst eines besonders dazu konstruirten Walzwerks durch das in einer gußeisernen Pfanne befindliche geschmolzene Zinn führen. Die nasse Verzinnung, welche wohl kaum geeignet sein dürfte, selbständig — d. h. ohne nachfolgende Bedeckung mit einer dickern Lage geschmolzen aufgetragenen Zinns — für irgend einen Gebrauch zu genügen, wird weiter unten ausführlich angegeben werden.

Die Sortirung und Bezeichnung des Weißblechs nach Größe, Dicke und Schönheit der Tafeln, so wie die Art der Verpackung ist in den verschiedenen Gegenden sehr verschieden. Man versendet gegenwärtig diese Bleche durchaus in hölzernen oder aus Eisenblech gemachten Kisten, nachdem die früher gebräuchliche Art sie in runde Fässer einzuzwängen (wobei sie mehr oder weniger gebogen werden mußten), wohl überall abgeschafft ist. In einigen deutschen Fabriken macht man die Bleche 12$^1/_2$ (Wiener oder rheinländische) Zoll lang, 9$^1/_2$ Zoll breit, packt 225 oder 300 Tafeln in eine Kiste und unterscheidet a) Kreuzblech (X auch Weiß Kreuz, W†, zum Unterschiede von dem schwarzen, d. i. unverzinnten Kreuzbleche), die dicksten; b) Forderblech (weißes Forderblech, Futterblech, F) von Mittelstärke; c) Senklerblech (S), die dünnste Sorte; d) Ausschuß (A), fehlerhafte Tafeln, deren eine Kiste Stücke von allen vorstehenden Gattungen durcheinander enthalten kann. Das Senklerblech wird zu

300, jede der übrigen Gattungen zu 225 Blatt in der Kiste verpackt. Ein Faß ist = 2 Kisten oder 450 Blatt.

Andere machen folgende Gattungen: a) Ordinäres Weißblech (d. h. solches, welches am häufigsten gesucht und verarbeitet wird) in Tafeln von 13½ Zoll Länge, 9½ Zoll Breite, je nach der Dicke 14 bis 18 Wiener Loth wiegend; verpackt in Kisten zu 300 Stück, wozu man 100 leichte, 100 mittlere und 100 schwere nimmt, die zusammen 150 bis 160 Pfund wiegen. Nach der Schönheit des Bleches und der Verzinnung werden hier fünf Klassen unterschieden: Vier Kreuz (XXXX), die beste und reinste, sowohl im Eisen als im Zinn makellose Sorte; drei Kreuz (XXX), mit guter Verzinnung und wenigstens einer makellosen Seite, während die andere hin und wieder kleine Fehler (Blasen) im Eisen zeigt; Doppelkreuz, Zwei Kreuz (XX), mit mehreren Blasen auf einer Seite, auch wohl mit geringen Fehlern der Verzinnung; Einfach-Kreuz, Ein Kreuz (X) mit kleinen nicht zu häufigen Eisenblasen auf beiden Seiten, oder mit einem auffallenden Mangel in der Verzinnung; Null (0) oder Ausschuß mit vielen und bedeutenden Fehlern der einen oder andern Art. b) Teller-, Schüssel- und Tassenblech, stärker, meist von größerem Format und auch dicker verzinnt als das ordinäre Blech; im Besondern: Tellerblech 9½ bis 12 Zoll im Quadrat, Schüsselblech 13 bis 16 Zoll im Quadrat, Tassenblech 16 Zoll lang, 12 Zoll breit. Nach der größern oder geringern Reinheit der Tafeln unterscheidet man bei diesen Gattungen drei Sorten: Drei Null (000) als die beste, Null-Null (00), und Null (0) die schlechteste. Bei der Verpackung kommen in eine Kiste 150 Tafeln mit 60 bis 150 Pfund Nettogewicht. c) Senklerblech, in Format und Qualität mit dem ordinären Weißblech übereinstimmend, jedoch von viel geringerer Dicke; 300 Stück in der Kiste.

Die englischen Fabriken machen weit zahlreichere Abtheilungen, welche man in folgender Tabelle zusammengestellt sieht:

| Benennung: | Zeichen auf der Kiste. | Größe der Tafeln in engl. Zol. Länge. | Breite. | Anzahl der Tafeln in der Kiste. | Nettogewicht der Kiste, engl. Pfund. |
|---|---|---|---|---|---|
| Common Nr. 1 . . . . . | CI | 13¾ | 10 | 225 | 112 bis 115 |
| » Nr. 2 . . . . | CII | 13¼ | 9¾ | » | 103 » 106 |
| » Nr. 3 . . . . | CIII | 12¾ | 9½ | » | 98 » 101 |
| Cross Nr. 1 . . . . . . | XI | 13¾ | 10 | » | 140 » 142 |
| Two Cross Nr. 1 . . | XXI | » | » | » | 160 » 163 |
| Three Cross Nr. 1 . . . | XXXI | » | » | » | 182 » 185 |
| Four Cross Nr. 1 . . . | XXXXI | » | » | » | 200 » 204 |
| Common Doubles . . | CD | 16¾ | 12½ | 100 | 98 » 105 |
| Cross Doubles . . . . | XD | » | » | » | 126 » 129 |
| Two Cross Doubles . . | XXD | » | » | » | 147 » 150 |
| Three Cross Doubles . . | XXXD | » | » | » | 168 » 171 |
| Four Cross Doubles . | XXXXD | » | » | » | 188 » 192 |
| Common Small Doubles | CSD | 15 | 11 | 200 | 167 » 170 |
| Cross Small Doubles . . | XSD | » | » | » | 188 » 191 |
| Two Cross Small Doubles | XXSD | » | » | » | 209 » 212 |
| Three Cross Small Doubles | XXXSD | » | » | » | 230 » 233 |
| Four Cross Small Doubles | XXXXSD | » | » | » | 251 » 254 |
| Wasters Common Nr. 1 (Ausschuß) . . . . . | WCI | 13¾ | 10 | 225 | 112 » 115 |
| Wasters Cross Nr. 1 (desgleichen) . . . . . . | WXI | » | » | » | 140 » 143 |

Sehr streng scheint übrigens die Anzahl der Tafeln in einer Kiste nicht beobachtet zu werden; denn man findet Kisten mit 99 bis 112, solche mit 202 bis 230, auch doppelte Kisten mit 430 bis 450 Blatt.

Beim Verzinnen des Bleches nimmt der langsam erkaltende Zinnüberzug (vorzugsweise wenn er aus reinem, nicht mit Blei versetztem Zinn besteht) im Innern eine krystallinische Textur an, welche sich durch hellere und dunklere verschiedentlich schillernde und perlmutterartig glänzende große Flecken sichtbar an den Tag legt, sobald das (mittelst Abreibens mit Kreide vorläufig von allen Fettspuren gereinigte) Blech mit schwachen Säuren, z. B. einer Mischung aus Salpetersäure, Salzsäure und Wasser, gebeizt wird. Durch besondere Verfahrungsarten, indem man nämlich die Verzinnung ganz oder theilweise zum Schmelzen bringt und bald schnell bald langsam wieder abkühlt, gelingt es statt jener großen einförmigen Flecken kleinere, die mannigfaltig-

sten Abwechslungen darbietende, hervorzubringen, woraus unter den Händen eines geübten, mit Geschmack begabten Arbeiters viele überraschende Figurenbildungen hervorgehen. Wird alsdann ein farbloser oder gefärbter durchsichtiger Firniß aufgesetzt, so gereicht die erwähnte Zubereitung den aus Weißblech verfertigten Klempnerwaaren ꝛc. zu einem eigenthümlichen Schmucke. Von Allard zu Paris i. J. 1814 entdeckt, war diese Verzierung unter dem Namen Metallmoor oder Moiré métallique eine Zeit lang sehr gebräuchlich; gegenwärtig bedient man sich ihrer kaum mehr. Es mag deshalb genügen, auf die gründlichste der über den Gegenstand vorhandenen Untersuchungen, jene des Prof. Altmütter*), hier nur zu verweisen.

3. Verzinnen geschmiedeter eiserner Gegenstände, wie Ketten, Schnallen, Mundstücke für Reit- und Wagenpferde, große Haken, allerlei Beschläge u. dgl. m.. Sofern dergleichen Gegenstände zum Zwecke ihrer gehörigen Ausarbeitung gefeilt werden mußten, also blank und zunderfrei sind, bietet das Verzinnen keine Schwierigkeit dar. Man wischt die Stücke nur rein ab, taucht sie in die salzsaure Zinkauflösung, welche unter 1. beim Verzinnen der Gefäße erwähnt wurde, trocknet sie in der Wärme und senkt sie, noch heiß, so lange als nöthig in stark erhitztes mit Talg bedecktes Zinn ein. Rohe (d. h. nicht gefeilte) Schmiedearbeiten müssen zuerst gleich dem zu verzinnenden Eisenblech abgebeizt und hierauf in reinem Wasser gespült werden, sind aber dann völlig auf die oben beschriebene Weise zu behandeln.

4. Verzinnung kleiner Eisen- und Messingwaaren, als Nägel, Stifte, Fischangeln, Kettchen, Schnallen, Ringe, Kleiderhaken und die dazu gehörigen Oehsen ꝛc. Wenn Artikel dieser Art aus blankem Drahte gemacht sind, bedürfen sie gar keiner Vorbereitung. Messingsachen aus geglühtem Drahte oder Bleche, welche also mit einer dünnen Oxydkruste bedeckt erscheinen, beizt man in sehr verdünnter Schwefelsäure (20 bis 30 Gewichttheile Wasser auf 1 Gth. Vitriolöl) bis sie ein rein metallisches Ansehen erlangt haben; auf mit Zunder überzo-

*) Jahrbücher des k. k. polytechnischen Instituts in Wien, Bd. I., S. 94; Bd. IV., S. 328.

genen eisernen Gegenständen ist es nöthig, minder verdünnte (dabei auch wohl erwärmte) Schwefelsäure oder eine der anderen Beizen, welche bei der Vorbereitung des Eisenblechs üblich sind, anzuwenden. Nach dem Beizen wird in dem einen wie in dem andern Falle die Waare gut mit reinem Wasser gespült und in Holzsägespänen abgetrocknet, indem man sie in einem Sacke mit den Sägespänen schüttelt, und letztere durch ein Sieb wieder davon trennt.

Das Verfahren beim Verzinnen selbst ist einiger Maßen verschieden. Hat man mit ganz kleinen Stücken zu thun, von denen viele auf Ein Mal verzinnt werden müssen, so schmelzt man in einer eisernen Pfanne so viel Zinn, daß es 1 bis 2 Zoll hoch steht; gibt darauf 4 bis 5 Zoll hoch Talg; läßt die Waaren langsam durch das Talg in das gehörig erhitzte Zinn fallen, und nimmt sie nach kurzer Zeit wieder heraus. Bei dieser letztern Operation ist ein Kunstgriff nöthig, damit die Stücke nicht während des Erkaltens durch das Zinn zusammenkleben, gleichsam sich aneinander festlöthen. In dem Zeitpunkte nämlich, wo man glaubt, daß die Verzinnung genügend erfolgt sei, holt man mit einer eisernen mehrzackigen Gabel so viel Stücke heraus, als darauf liegen bleiben; bringt die Gabel über ein mit Wasser gefülltes Gefäß, und führt gegen den Stiel derselben einen raschen Schlag, durch welchen die verzinnten Gegenstände zerstreut in das Wasser geschleudert werden. Das noch anhängende Talg beseitigt man durch Schütteln mit Kleie oder Sägespänen in einem Sacke. Eine andere Methode besteht darin, daß man die abgebeizten und getrockneten Gegenstände in einer eisernen Trommel, welche über Kohlenfeuer um ihre (horizontal liegende) Achse gedreht wird, bis zum Schmelzpunkte des Zinns erhitzt; dann Zinn nebst gepulvertem Salmiak hinzugibt und die wieder verschlossene Trommel aufs Neue so lange umdreht, bis die Verzinnung erfolgt ist. Geringe Mengen sehr kleiner Waaren kann man, um einfacher zu verfahren, mit Zusatz von gekörntem oder auf andere Art zerkleinertem Zinn und etwas Salmiak in einen enghalsigen Krug von Steinzeug (z. B. einen Mineralwasserkrug) geben, welcher davon nicht viel über die Hälfte angefüllt wird; man verstopft dann dieses Gefäß und erhitzt es, auf der Seite liegend,

über Kohlenfeuer; dreht und schüttelt es dabei fleißig, und schüttet nach vollendeter Verzinnung den ganzen Inhalt in Wasser. Sind es Arbeitsstücke von einiger Größe, welche man zu verzinnen hat, so taucht man sie — einzeln oder zu mehreren vereinigt, — an einem Drahte hängend in das Zinn. Letzteres wird in einer eisernen Pfanne geschmolzen und, nachdem man etwas Talg auf die Oberfläche gegeben hat, stark erhitzt. Ist das Talg schwarz geworden, und läuft beim Wegschieben desselben die entblößte Zinnoberfläche röthlich blau an, so schöpft man das Talg ab; bestreut schnell das Zinn dicht mit gepulvertem Salmiak (welcher stark dampfen muß, wenn die Hitze gehörig groß ist); verrichtet nun das Eintauchen der Gegenstände; schüttelt von denselben beim Herausziehen den Ueberfluß des Zinns ab, und wirft sie in Wasser.

5. Verzinnen der Eisendrahtgewebe (Drahtsiebe). Verzinnung ist vorzugsweise ausführbar auf solchen Eisendrahtsieben, welche aus blankem (nämlich nach vollendetem Ziehen entweder gar nicht geglühtem, oder — wenn geglühtem — wieder abgebeiztem und gescheuertem) Drahte gewebt sind; denn das Wegbeizen des Glühspans, welches schon bei Gegenständen einfacherer Gestalt ziemlich weitläufig ist, würde auf Geweben von schwarzem Drahte wegen der vielfältigen Berührungsstellen kaum genügend auszuführen sein. Folgendes Verfahren ist von Allard angegeben: Die Drahtgewebe, in der zum Gebrauch erforderlichen Größe zugeschnitten, werden ungefähr eine Minute lang in einem Gemisch von 1 Maß rauchender Salzsäure und 3 Maß Wasser abgebeizt, in reinem Wasser sorgfältig gespült, auf beiden Seiten mit einem Schwamme oder Lappen gerieben, durch Schütteln vom überflüssigen Wasser befreit, sogleich auf beiden Seiten, mittelst Aufsiebens, gleichmäßig mit gestoßenem weißen Pech bestreut (welches vermöge der Feuchtigkeit der Drähte an diesen anklebt), und auf einem eisernen Rahmen von folgender Beschaffenheit aufgespannt. Derselbe muß gerostet sein, damit er kein Zinn annimmt, ist mit einem Stiele versehen, an welchem er bequem bei horizontaler Lage im Zinn untergetaucht werden kann; hat auf der obern Fläche an allen vier Seiten eiserne Spitzen zum Aufstechen des Drahtgewebes, auf der untern Fläche

aber ein eisernes Kreuz, dessen zwei Stäbe etwas bogig geformt sind, so daß sie von der Rahmenebene abstehen. Das zur Verzinnung dienende Zinn ist indessen in einer eisernen Pfanne geschmolzen und stark erhitzt worden, jedoch nicht so stark, daß das verzinnte Sieb beim Herausziehen gelb anläuft (wovon man sich durch kleine Probeversuche überzeugt). Man schiebt das Oxyd mittelst eines Streichblechs an die Seite, um eine blanke Zinnfläche zu entblößen, und senkt in demselben Augenblicke mit der andern Hand den vorhin beschriebenen Rahmen sammt dem horizontal darauf ausgespannten Drahtgewebe in das Zinn. Nach einer Minute Verweilens zieht man den Rahmen wieder heraus (nachdem das Oxyd auf der Zinnoberfläche abermals beiseite geschoben worden ist, damit es sich nicht an die Verzinnung hängen kann), und schlägt mit dem Kreuz desselben zwei oder drei Mal gegen ein festliegendes Bret, um das überflüssige Zinn abzuschütteln. Schließlich läßt man das verzinnte Sieb zwischen den zwei gußeisernen Cylindern eines Walzwerks durchgehen, welche einander so nahe gestellt sind, daß sie eine Glättung bewirken ohne die Drähte an ihren Kreuzungsstellen zu beschädigen.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß man statt Bestreuens mit Pech vortheilhaft das Eintauchen des zu verzinnenden Gewebes in eine konzentrirte Auflösung des säurefreien Chlorzinks wird anwenden können; das so behandelte Sieb würde vor dem Eintauchen in das Zinn durch Wärme abzutrocknen sein, damit es mit trockenem Chlorzink überzogen in das Zinnbad käme.

6. Verzinnen des Gußeisens. Die Verzinnung ist auf Gußeisen schwieriger hervorzubringen und gewöhnlich weniger haltbar als auf Schmiedeisen. Weißes Gußeisen nimmt das Zinn leichter an, als graues, weil auf Letzterem die Partikelchen des mechanisch eingemengten Kohlenstoffs ein Hinderniß gegen die feste Adhäsion desselben bilden.

Gußeiserne Gefäße, welche verzinnt werden sollen, müssen durch Ausdrehen auf der Drehbank oder Schleifen mit Sandsteinen ganz blank gemacht werden, worauf man sie noch mit verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure abbeizt, in Wasser spült und wieder abtrocknet. Die im Artikel Verzinken angegebenen Beizen geben auch hier ein besseres Resultat als die ver-

dünnten Säuren ohne weitern Zusatz. Nun erhitzt man das Gefäß, gibt die erforderliche Menge geschmolzenen Zinns nebst gepulvertem Salmiak hinein, und reibt Beide mit einem Büschel Werg oder Baumwolle oder einem Stücke Kork über die ganze Eisenfläche aus einander. Endlich wird der Ueberfluß des Zinns ausgegossen und das Gefäß, die Oeffnung nach unten gekehrt, ganz unter Wasser getaucht. Das gute Gelingen ist wesentlich von dem richtigen Hitzegrad abhängig. Macht man das Gefäß zu heiß, so läuft es gelb oder blau an, und das Zinn fließt größtentheils davon ab; gibt man zu geringe Hitze, so kann das Zinn nicht gleichmäßig ausgebreitet werden. Beim Verreiben muß man so behend als möglich zu Werke gehen, und eine schon gut verzinnte Stelle darf man dabei nicht von Neuem berühren, weil das noch flüssige Zinn sich leicht wieder wegwischt. Schnelle Abkühlung nach dem Verzinnen ist ein wichtiger Theil der Operation, weil bei langsamem Erkalten des Gefäßes das Zinn an den Wänden herabläuft und hiernach auf dem Boden so wie in der Nähe desselben einen dickern Ueberzug bildet, während im obern Theil eine zu schwache Verzinnung zurückbleibt. Das Untertauchen der verzinnten Gefäße in umgestürzter Stellung hat zum Zwecke, die abkühlende Wirkung des Wassers zu benutzen, ohne daß dieses selbst mit der Verzinnung in Berührung tritt, da die im Innern befindliche Luft sich entgegensetzt; bei aufrechtem Eintauchen würde es nicht immer gelingen, das Hineinlaufen einer gewissen Portion Wasser zu verhindern. Wird aber der noch frische und flüssige Zinnüberzug eines gußeisernen Gegenstandes von Wasser getroffen, so geht das glatte Ansehen desselben verloren und es kann sogar geschehen, daß einzelne Stellen gänzlich von Zinn entblößt werden, weil — wie schon erwähnt — das Zinn überhaupt geringe Neigung zum Haften an Gußeisen zeigt. Daher ist die Abkühlung durch Wasser unanwendbar in dem (freilich nicht oft vorkommenden) Falle, wo Gefäße auch äußerlich verzinnt werden müssen. Hierzu hat Kenrick (s. Dingler's Polytechnisches Journal, Bd. 8, S. 42) einen Apparat erfunden, mittelst dessen die Verzinnung durch einen starken Luftstrom schnell abgekühlt und zum Erstarren gebracht wird. Er verzinnt die Gefäße auf der Innenseite nach der angegebenen Weise; über-

reibt sie dann äußerlich mit Salmiak, taucht sie in geschmolzenes heißes Zinn, wendet sie darin herum; und stellt sie endlich in den Abkühlungsapparat, wo durch Oeffnung eines Hahnes unverweilt der Windstrom eines schon im Gang befindlichen Gebläses losgelassen wird.

Gußeisenwaaren, welche nicht hohl sind, werden mit einer Mischung aus 1 Gewichttheile konzentrirter Schwefelsäure und 3½ bis 4 Gth. Wasser (oder mit einer der im Artikel Verzinken angeführten zusammengesetzten Beizen) abgebeizt, oder in geeigneten Fällen abgedreht, abgefeilt, mit Sandstein abgeschliffen; dann (nach vorausgegangenem Beizen gehörig gespült) in eine mit 16 Theilen Wasser bereitete Auflösung von Salmiak gelegt; endlich in das heiße Zinn getaucht und an der Luft so schnell als möglich abgekühlt.

7. Verzinnen des Zinks. Zinkbleche und andere Gegenstände aus Zink können durch Verzinnung zu allen Zwecken tauglicher und dauerhafter gemacht werden, weil sie alsdann den oxydirenden und auflösenden Einwirkungen der Atmosphäre, der Flüssigkeiten ꝛc. weit besser widerstehen. Jedoch muß hierbei Sorge getragen werden, daß das Zinn die Oberfläche des Zinks überall vollständig bedeckt; denn vermöge der Berührungselektrizität, wobei das Zinn die Rolle des negativen und das Zink die des positiven Körpers spielt, wird Letzteres an etwa entblößt liegenden Stellen nur desto schneller und stärker oxydirt. Die Verzinnung verhält sich also auf Zink eben so wie auf Eisen (man vergleiche hierüber die Einleitung des Artikels Verzinken), und zwar mit noch schärfer ausgesprochenem Erfolge, da unter übrigens gleichen Umständen die Elektrizitätserregung durch Zinn und Zink beträchtlicher ist, als jene durch Zinn und Eisen. Hierin dürfte die praktische Anwendung verzinnter Zinkgegenstände jedenfalls ein bedeutendes Hinderniß finden; in der That kommen dergleichen, sei es aus diesem oder einem andern Grunde, bis jetzt nur wenig vor.

Die zu verzinnenden Zinkplatten werden vorläufig in verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure (16 Maß Wasser auf 1 Maß konzentrirter Säure) einige Minuten lang abgebeizt, mit Sand und Werg gescheuert, in Wasser gespült, endlich abge-

trocknet. Beim Verzinnen selbst kann man auf zweierlei Weise verfahren. Nach der ersten Methode, welche sich für kleine Blechtafeln eignet, werden diese in geschmolzenes Talg, welches nicht völlig die Temperatur von schmelzendem Zinn besitzt, und hierauf in das Zinn getaucht. Letzteres befindet sich in einer länglich viereckigen trogartigen gußeisernen Pfanne, und ist etwa 3 Zoll hoch mit Talg bedeckt. Man zieht das Blech sehr bald wieder heraus (zu lange im Zinn verweilend unterliegt es der Gefahr zu schmelzen); steckt es abermals, um die Verzinnung durch Wegschmelzen des Ueberflusses gleichförmiger zu machen, in gehörig erhitztes Talg, und putzt es endlich nach dem Erkalten mit Werg und Kleie ab. Die zweite Art ist beim Verzinnen langer und breiter Platten angemessen, weil sie keine so große Zinnpfanne erfordert, als zum Untertauchen nöthig sein würde; sondern nur einen kleinen gußeisernen Kessel, worin ein mäßiger Zinnvorrath unter einer dicken Bedeckung von Talg sich befindet. Man legt die ein Mal in Talg eingesenkte Blechtafel auf einen eisernen Tisch, welcher von unten mittelst Kohlenfeuer heiß erhalten wird, und ringsum eine Rinne zur Zurückleitung des überflüssigen Zinns und Fettes in den Zinnkessel enthält; schöpft aus Letzterem mit einem Löffel etwas von dem heißen Talg und übergießt damit die Platte; bestreut sie mit gepulvertem Kolophonium; gießt aus dem Kessel Zinn und Talg zugleich auf; verreibt endlich das Zinn so gleichmäßig als möglich mittelst eines Wergbüschels. Ist die Verzinnung der einen Seite beendigt, so kehrt man die Platte um, und behandelt die zweite Seite eben so. Schlüßlich wird, um den Zinnüberzug beider Flächen vollends abzugleichen, das Blech mittelst zweier Zangen zwischen zwei Bürsten von Werg durchgezogen, von welchen die untere am Ende des Verzinnungstisches befestigt ist, die obere hingegen durch eine Person gehalten und niedergedrückt wird. Das anhängende Fett reibt man, wenn die Platten noch etwas warm sind, mittelst Kleie ab.

Eine Verzinnung auf gegossenen Zinksachen kann, sofern man davon Gebrauch machen will, leicht nach den im Vorstehenden enthaltenen Grundsätzen durch Eintauchen in geschmolzenes Zinn oder durch Aufreiben desselben ausgeführt werden.

8. **Verzinnen des Bleies.** Platten u. dgl. aus Blei

werden verzinnt, indem man sie zur Schmelzhitze des Zinns erwärmt, zerstossenes Kolophonium darauf streut, geschmolzenes Zinn aufgießt und dieses mittelst Werg ausbreitet und verreibt. Bleierne Röhren verzinnt man öfters in dem rohen gegossenen Zustande, wonach sie wie gewöhnlich durch das Ziehen auf einer Ziehbank gestreckt werden. Man legt für diesen Fall die eben aus der Gießform gewonnene noch heiße Röhre horizontal auf ein Bett von Werg, welches man vorher mit Terpentin oder gepulvertem Kolophonium und zugleich mit etwas geschmolzenem Zinn versehen hat; reibt die Außenfläche der Röhre mit diesem Werg, und bewirkt so die Verzinnung. Ferner wird auf ein an dem Ende eines Eisenstäbchens befestigtes Büschel Werg etwas Kolophonium und flüssiges Zinn gegeben, und dieser Apparat im Innern der Röhre so lange als nöthig hin und her gezogen. Soll der Zinnüberzug dicker werden, so legt man die nach vorstehender Art verzinnte Röhre in eine Gießform, welche etwas weiter ist als die zum Gießen der nämlichen Röhre gebrauchte; steckt in die Höhlung einen zylindrischen eisernen Kern von etwas geringerem Durchmesser, und gießt nun den offenen Raum außerhalb wie innerhalb der Rohrwand mit Zinn voll. Auf gleiche Art werden die Bleizylinder zubereitet, aus welchen man durch Pressen (Bd. XII., S. 11) Röhren von bedeutender Länge darstellt. Es sind aber auch Einrichtungen angegeben worden, während des Pressens selbst die Röhren inwendig zu verzinnen. Daher kommt das Verzinnen fertiger langer Röhren, welches ohnehin mit Weitläufigkeiten verbunden und, was die Innenseite betrifft, schwierig ist, jetzt kaum mehr vor; die desfallsigen (wesentlich auf Einreiben mit Kolophoniumpulver und Hindurchführen durch ein stark erhitztes Zinnbad beruhenden) Verfahrungsarten können folglich übergangen werden.

## B Verzinnung auf nassem Wege.

1. Weißsieden messingener (und kupferner) kleiner Waaren, namentlich Stecknadeln, Ringe, Kettchen, Uhrschlüssel, Deckel und Beschläge von Tabakpfeifen, Drahtsiebe 2c. Um auf diesen Gegenständen ein sehr dünnes, für die flüchtige Ansicht fast den Effekt einer Versilberung machendes Zinnhäutchen her-

vorzubringen, werden sie — sofern sie nicht ohnehin schon rein und blank sind — mit heißer gesättigter Weinsteinauflösung oder verdünnter Schwefelsäure abgebeitzt und unter Zusatz einer gehörigen Menge fein gekörnten Zinns mit Weinsteinauflösung gekocht, wie im Artikel Nadeln (Bd. X., S. 289) beschrieben ist.

Eine etwas kostspieligere aber durch schnelle Wirkung ausgezeichnete (von Böttger angegebene) Methode besteht darin, Zinnasche (Zinnoxyd) durch Kochen in Aetzkalilauge aufzulösen, geraspeltes Zinn nebst den weißzusiedenden kupfernen oder messingenen Gegenständen in die Auflösung zu legen, und noch einige Minuten lang das Kochen fortzusetzen.

Für eine Ausführung in großem Maßstabe kann man das Verfahren des Weißsiedens dahin abändern, daß man die messingenen Waaren nebst gekörntem Zinn, Weinstein, Zinnsalz und heißem Wasser in eine Tonne füllt, welche gänzlich verschlossen, und so lange als nöthig ununterbrochen langsam mit ihrer (horizontal in Lagern liegenden) Achse umgedreht wird.

2. Eiserne oder stählerne Gegenstände, wie Stecknadeln, Drahtstifte, Holzschrauben, Drahtkettchen u. dgl. können nach vorausgegangener Ueberkupferung, ebenfalls mittelst des im Vorstehenden erwähnten Zinnsudes (aus Weinstein und gekörntem Zinn) weiß gemacht, d. h. dünn verzinnt werden. Da diese Artikel durch die Art ihrer Anfertigung schon blank sind, so bedürfen sie keines Abbeitzens sondern nur einer Reinigung von dem unvermeidlich ihnen anhängenden fettigen Schmutze. Man gibt hierzu 25 bis 30 Pfund solcher Waare in eine um ihre Achse in horizontaler Lage drehbare Tonne, welche etwa 200 Pfund Wasser fassen könnte, aber nur mit 30 Pfund heißen Wassers beschickt wird, worin man 8 Loth Seife aufgelöst hat. Nachdem die Tonne verschlossen ist, dreht man sie eine Viertelstunde lang; dann wird die Waare herausgeschafft und in einer andern Tonne mit trockenen Holzsägespänen durch etwa 10 Minuten dauerndes Umdrehen abgetrocknet. Die Verkupferungsflüssigkeit wird bereitet, indem man 30 Pfund Fluß- oder Regenwasser, 1 Pfd. 13 Loth Schwefelsäure, 2 Loth Zinnsalz, $2\frac{1}{2}$ Loth Zinkvitriol und 216 Gran (= 0.9 Loth) Kupfervitriol vermischt. Das Ganze wird nebst 27 Pfund der gereinigten kleinen Eisenwaare in eine Tonne ge-

geben, welche man eine halbe Stunde lang umdrehen läßt. Nach Verlauf dieser Zeit setzt man ferner 2 Loth Kupfervitriol und 1¼ Loth Zinkvitriol zu, und fährt mit dem Drehen noch eine Viertelstunde fort. Die eisernen Gegenstände erscheinen hiernach nicht nur vollständig mit Kupfer überzogen, sondern auch polirt; sie werden nun zweimal mit reinem Wasser gespült, einmal mit heißem Seifenwasser gewaschen, in Sägespänen abgetrocknet und auf oben beschriebene Weise mit Zinn angesotten.

3. Einzelne etwas größere Gegenstände aus Guß- oder Schmiedeeisen, Kupfer rc. können auf folgende Weise verzinnt werden. Man bereitet Zinnchlorid, indem man Chlorgas durch eine Zinnsalzauflösung leitet, bis diese nichts weiter davon absorbirt; verdünnt diese Flüssigkeit stark mit destillirtem Wasser, und bringt sie in ein hölzernes Gefäß; legt das zu verzinnende Stück hinein, und hängt zugleich in die Flüssigkeit ein kleines Stück Zink frei schwebend ein, so daß es den Gegenstand nicht berührt. Das Zink muß man von Zeit zu Zeit abspülen, eben so das verzinnte Arbeitsstück, welches an Stellen, wo es etwa das Zinn nicht annimmt, nachträglich abzuputzen ist. Sind Gefäße nur auf der Innenseite zu verzinnen, so füllt man diese selbst mit der obigen Zinnauflösung gänzlich an, und hängt das Zink hinein.

4. Nasse Verzinnung des Eisenblechs, welche — wie an einer frühern Stelle dieses Artikels erwähnt — von Morewood und Roger angegeben und zur Vorbereitung für das Verzinnen auf trockenem Wege empfohlen worden ist. Nachdem die Eisenbleche nach einer der üblichen Methoden von Glühspan befreit und gänzlich blank gemacht sind, bereitet man eine Zinnauflösung, indem man ein Gefäß von Steinzeug mit granulirtem Zinn fast ganz anfüllt, und Letzteres dann mit käuflicher (rauchender) Salzsäure übergießt. Nach zweitägigem Verweilen auf dem Zinn ist die Flüssigkeit zum Gebrauche geeignet. Von dieser Zinnauflösung werden 2 bis 3 Maß zu 400 Maß Wasser gemischt, welche in einem hölzernen Bottiche befindlich sind. Auf den Boden des Bottichs streut man nun gekörntes Zink oder kleine Zinkstückchen, legt auf diese eine der blank gebeitzten Eisenblechtafeln, darauf wieder Zinkstückchen, eine Blechtafel, und

so abwechselnd fort bis der Bottich voll genug ist; die oberste Blechtafel muß ganz unter der Oberfläche der Flüssigkeit liegen. Nach ein- bis vierstündigem Verweilen in dem Bottiche (die Flüssigkeit wirkt desto schneller, je stärker und je wärmer sie ist) sind die Bleche gewöhnlich hinreichend mit Zinn überzogen; sollte dieß mit allen oder mit einigen nicht der Fall sein, so bringt man sie in einen andern eben so vorgerichteten Bottich, und wiederholt die Behandlung mit der einzigen Abänderung, daß die das erste Mal abwärts gekehrte Fläche des Blechs jetzt nach oben gerichtet wird. Die fertigen Bleche werden mit reinem Wasser abgespült und in der Wärme schnell getrocknet.

5. Eine nasse Verzinnung auf Zink gelingt nach Lüdersdorff sehr gut in folgender Weise: Man erhitzt ein Gemisch von 2 Theilen gereinigtem Weinstein, 1 Theil Zinnchlorid (nicht gewöhnlichem Zinnsalz, welches Zinnchlorür ist) und 4 bis 5 Theilen Wasser auf ungefähr 60° R., vermengt nach erfolgter Auflösung des Weinsteins die Flüssigkeit mit so viel feinem Sande, daß sie einen flüssigen Brei bildet, und reibt hiermit mittelst eines Schwammes (an vertieften Stellen mittelst einer Bürste) das vorläufig ganz blank gemachte Zink.

6. Galvanische Verzinnung. Auf galvanischem Wege läßt sich eine schöne und haltbare Verzinnung von Gußeisen, Schmiedeeisen, Zink, Kupfer, Messing herstellen, wenn man sich einer nicht zu starken Batterie, einer Auflösung von Zinnoxyd in Kali, und übrigens des rücksichtlich der galvanischen Vergoldung im Artikel Vergolden beschriebenen Verfahrens bedient. Die Bereitung der Verzinnungsflüssigkeit lehrt Elsner wie folgt: Man löset 3 bis 4 Loth Zinnchlorid (käufliches salzsaures Zinnoxyd) in 5 Pfund Wasser auf, und gießt hierzu eine sehr starke Aetzkalilösung so lange, bis der Anfangs entstandene weiße Niederschlag von Zinnoxydhydrat völlig wieder verschwunden und die Flüssigkeit klar geworden ist; dabei gehen etwa 2 Loth trockenes Aetzkali gegen 1 Loth Zinnchlorid auf. Mit dem Leitungsdrahte des negativen Poles der Batterie ist der zu verzinnende Gegenstand, mit dem Drahte des positiven Poles ein Stück dünn ausgewalztes Zinn zu verbinden; diese beiden in die Flüssigkeit eingetauchten Stücke dürfen einander nicht berühren. Die

Flüssigkeit wird nicht erwärmt. In kurzer Zeit setzt sich auf den (vor der Einhängung gehörig gereinigten) Gegenständen eine Zinnschicht ab, welche durch längeres Verweilen beliebig verstärkt werden kann, eine schöne matte fast silberweiße Farbe zeigt, und sehr gut das Reiben mit dem Polirstahle verträgt, wodurch sie einen guten Glanz annimmt. Sind die Gegenstände vor dem Verzinnen polirt, läßt man sie nur kurze Zeit in der Flüssigkeit verweilen, und wendet man Letztere stark mit Wasser verdünnt an, so wird die Verzinnung schon im Entstehen glänzend. Man hat jedenfalls einen zu raschen Fortgang der Operation zu vermeiden, und muß lieber etwas mehr Zeit opfern; denn ein durch langsame Ablagerung gebildeter Zinnüberzug haftet fester, wie ein Gleiches ja bei allen galvanischen Metallüberziehungen (Vergolden, Versilbern, Verkupfern 2c.) der Fall ist. Darum muß auch besonders auf die Stärke des elektrischen Stromes im Verhältnisse zur Größe des zu verzinnenden Stückes geachtet werden: eine Batterie von zwei Elementen (in 6 Zoll hohen, 3 bis $3\frac{1}{2}$ Zoll weiten Gläsern) fand Elsner völlig genügend, als er Statuetten von Gußeisen oder Zink und gußeiserne Rohrstücke von einigen Zoll Länge bei $1\frac{1}{2}$ Zoll innerem Durchmesser verzinnte; mit drei Elementen schlug sich das Zinn in glänzenden glimmerartigen Blättchen nieder, welche so wenig fest saßen, daß sie durch geringes Reiben weggewischt wurden.

K. Karmarsch.

# Berichtigungen.

Seite 61 Zeile 11 von unten lese man so statt soll
» 292 » 6 von oben » » röhren statt rahmen
» 293 » 4 von unten » » Stahl statt Styl
» 297 und 299 lese man Jürgensen statt Imgensen
» 299 Zeile 11 von unten lese man der statt die
» 302 » 12 von oben lese man der statt die